

Datum: 16.2.2022

Naročnik: DEMA PLUS d.o.o.  
Tbilisijska ulica 59  
1000 Ljubljana

Projekt: **Geološko geomehansko poročilo  
in hidrogeološko poročilo z  
izvedbo predhodnih raziskav za  
območje OPPN 184 v Tacnu pod  
Šmarno goro**

Delovni nalog: DN 2007110

Center: **CENTER ZA GEOTEHNIKO IN GEOLOGIJO**

Nosilec naloge: **Andrej Šabec**, univ. dipl. inž. grad.

Vodja centra: mag. **Katarina Žibret**, univ. dipl. inž. geol.

Direktor: **Marijan Prešeren**, univ. dipl. inž. grad.



## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **S.2 SPISEK IZDELOVALCEV POROČILA**



## **ODGOVORNI IZDELOVALEC POROČILA**

Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.

## **KOORDINIRANJE IN VODENJE TERENSKIH PREISKAV**

Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.

Urban UMEK, univ.dipl.inž.geol.

## **TEHNIČNA IN GRAFIČNA OBDELAVA**

Irena VAŠCER, inž.grad.

Saša KROMAR, grad.teh.

## **TERENSKÉ GEOTEHNIČNE MERITVE (DP)**

Blaž PODOBNIK, dipl.inž.geol. (UN)

Matej KLANČIŠAR, gimn.mat.

## **GEODETSKI POSNETEK MERITEV**

Blaž PODOBNIK, dipl.inž.geol.(UN)

## **OBDELAVA PODATKOV GEOTEHNIČNIH MERITEV**

Urban REPIČ, mag.inž.ok.grad.

## **GEOMEHANSKO VRTANJE**

GEOTRANS, prevozi in raziskovalno vrtanje d.o.o., Ljubljana

## **LABORATORIJSKE PREISKAVE**

A. KOVAČIČ, Geoinženiring d.o.o., Ljubljana

M. SAMBOLIĆ, Geoinženiring d.o.o., Ljubljana

B. SAJOVIC, Geoinženiring d.o.o., Ljubljana

## **HIDROGEOLOŠKE RAZISKAVE IN POROČILO**

Matjaž Klasinc, Geološki Zavod Slovenije, Ljubljana

## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **S.3 VSEBINA POROČILA**

## KAZALO

**S SPLOŠNI DEL**

- S.1** Osnovni podatki o poročilu  
**S.2** Spisek izdelovalcev poročila  
**S.3** Vsebina poročila

**T TEHNIČNI DEL****T.1 GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO ZA OBMOČJE OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO**

<b>T.1.1</b>	<b>SPLOŠNO</b>	<b>4</b>
<b>T.1.2</b>	<b>STANDARDI IN PRAVILNIKI</b>	<b>5</b>
<b>T.1.3</b>	<b>TERENSKE PREISKAVE</b>	<b>5</b>
<b>T.1.3.1</b>	<i>Sondažno vrtanje</i>	<i>5</i>
<b>T.1.3.2</b>	<i>Sondažni izkopi</i>	<i>6</i>
<b>T.1.3.3</b>	<i>Izvedba preiskav s težkim dinamičnim penetrometrom</i>	<i>7</i>
<b>T.1.3.4</b>	<i>Geotehnične meritve v sklopu vrtanja</i>	<i>7</i>
<b>T.1.4</b>	<b>LABORATORIJSKE PREISKAVE</b>	<b>8</b>
<b>T.1.5</b>	<b>INŽENIRSKE, GEOLOŠKE IN GEOTEHNIČNE RAZMERE</b>	<b>9</b>
<b>T.1.5.1</b>	<i>Geomorfološki in inženirsko-geološki opis lokacije</i>	<i>9</i>
<b>T.1.5.2</b>	<i>Litološko stratigrafski pregled geoloških členov</i>	<i>11</i>
<b>T.1.5.3</b>	<i>Razporeditev slojev in mehansko fizikalne karakteristike temeljnih tal</i>	<i>12</i>
<b>T.1.5.4</b>	<i>Hidrogeološke razmere in plazljivost terena</i>	<i>13</i>
<b>T.1.5.5</b>	<i>Kategorizacija izkopov</i>	<i>14</i>
<b>T.1.5.6</b>	<i>Seizmičnost terena</i>	<i>14</i>
<b>T.1.6</b>	<b>GEOTEHNIČNI POGOJI GRADNJE</b>	<b>14</b>
<b>T.1.6.1</b>	<i>Pogoji temeljenja objektov</i>	<i>14</i>
<b>T.1.6.2</b>	<b>Geotehnični izračuni</b>	<b>15</b>
T.1.6.2.1	Splošno	15
T.1.6.2.2	Izračun posedkov	15
T.1.6.2.3	Izračun nosilnosti	16
T.1.6.2.3	Izračun stabilnosti	16
<b>T.1.6.3</b>	<i>Začasni izkopi in varovanje izkopov</i>	<i>16</i>
<b>T.1.7</b>	<b>ZAKLJUČKI</b>	<b>16</b>
<b>T.1.2</b>	<b>GEOTEHNIČNI PROFILI IN FOTOGRAFIJE VRTIN TER SONDAŽNIH IZKOPOV</b>	
<b>T.1.3</b>	<b>REZULTATI SPT MERITEV</b>	
<b>T.1.4</b>	<b>REZULTATI PREISKAV S TEŽKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM</b>	
<b>T.1.5</b>	<b>LABORATORIJSKE PREISKAVE</b>	
<b>T.1.6</b>	<b>GEOTEHNIČNI IZRAČUNI</b>	
<b>T.1.7</b>	<b>HIDROGEOLOŠKO POROČILO IN POROČILO O PLAZLJIVOSTI</b>	

<b>G.</b>	<b>GRAFIČNE PRILOGE</b>	
<b>G.1</b>	<b>SITUACIJA PREISKAV</b>	<b>M 1:500</b>
<b>G.2</b>	<b>GEOLOŠKI PROFIL P1</b>	<b>M 1:100</b>
<b>G.3</b>	<b>GEOLOŠKI PROFIL P2</b>	<b>M 1:100</b>
<b>G.4</b>	<b>GEOLOŠKI PROFIL P3</b>	<b>M 1:100</b>
<b>G.5</b>	<b>GEOLOŠKI PROFIL P4</b>	<b>M 1:100</b>
<b>G.6</b>	<b>GEOLOŠKI PROFIL P5</b>	<b>M 1:100</b>

## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

# **T.1 GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO ZA OBMOČJE OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO**

## T.1.1 SPLOŠNO

Po naročilu investitorja, podjetja DEMA PLUS d.o.o. iz Ljubljane, smo opravili geološko-geomehanske ter hidrogeološke preiskave tal za potrebe OPPN 184 v Tacnu pod Šmarno goro, kjer se predvideva izgradnja naselja stanovanjskih objektov.

Gre za skupek parcel v katastrski občini 1751-Tacen, v četrtini skupnosti Šmarna gora, na južnem vznožju Šmarne gore, vzhodno od Policijske akademije Tacen.



Slika 1: Lokacija območja OPPN 184 Tacen.



Slika 2: Lokacija predmetnih preiskav, vznožje Šmarne gore, levo Policijska akademija, na severnem robu manjši objekt z vrtilčki

Raziskave, izvedene na parcelah investitorja, smo zasnovali v obsegu in načinu, ki omogoča pridobitev podatkov o debelini in predvidene razprostranjenosti nastopajočih materialov,

inženirsko-geološke posebnosti ter geomehanske lastnosti vseh nastopajočih slojev za potrebe podajanja pogojev temeljenja, kot tudi podatke o talni vodi. Izvedba hidrogeoloških raziskav, ki med drugim vključuje tudi preiskave za potrebe ponikanja meteornih voda, je obravnavana v ločenem hidrogeološkem poročilu.

Za izdelavo poročila so smiselno upoštevani tudi pridobljeni geotehnični podatki predhodnih preiskav v širši vplivni okolici. Elaboratu je priložena situacija s podajanjem lokacij preiskav ter pripadajoči prečni in vzdolžni geološki prerezi. Dodajamo še podatke o vseh izvedenih terenskih, laboratorijskih in kabinetnih geološko-geotehničnih preiskavah.

V sklopu poročila so predstavljeni geotehnični izračuni nosilnosti, posedkov in stabilnosti temeljnih tal obravnavanega območja. Za izračune so bili uporabljeni geomehanski podatki tal pridobljeni z geotehničnimi raziskavami narejenimi za potrebe izdelave tega poročila.

## **T.1.2 STANDARDI IN PRAVILNIKI**

Obravnavani geološko geomehanski elaborat za potrebe OPPN 184 Tacen je pripravljen skladno z evropskim standardom 7-2 za geotehnično raziskovanje in preizkušanje. Podrobnejši opis standardov in potek terenskih in laboratorijskih preiskav je podan v posameznih poglavjih in prilogah tega poročila.

## **T.1.3 TERENSKE PREISKAVE**

### **T.1.3.1 Sondažno vrtanje**

Na predvideni lokaciji izgradnje objekta se je izvedlo devet (9) sondažnih vrtin, od tega sta dve opremljeni kot piezometer, za spremljanje nihanja podzemne vode. Vrtalna dela je izvajalo podjetje GEOTRANS d.o.o. Vrtanje je potekalo rotacijsko, s 100% jedrovanjem. Med vrtanjem so bili v različnih globinah narejeni standardni penetracijski preizkusi (SPT) in meritve z ročnim penetrometrom (RP). Jedra vrtin so bila v času vrtanja shranjena v zabojih in zaščitena pred atmosferskimi vplivi, ter fotografirana.

Globine in datumi izvedbe vrtin so razvidne iz Preglednice 1, kjer so vpisane tudi njihove koordinate. Mikrolokacije izvedenih vrtin so vnešene na situacijo izvedenih preiskav v prilogi G.1 in na geoloških prerezih G.2-G.6. Geotehnični popisi in fotografije vrtin so vloženi v tekstualno prilogo T.1.2.

Preglednica 1: Lokacije izvedenih sondažnih vrtin

OZNAKA VRTINE	VRTANO dne	KOORDINATE D96		NADMORSKA VIŠINA (m)	GLOBINA (m)	NAMEN
		N	E			
P-1	13.12.2021	457988,91	109151,18	306,43	8,0	piezometer
P-2	10.12.2021	458002,89	109027,69	304,50	7,0	piezometer
V-3	16.11.2021	458025,05	109103,52	305,99	6,0	geomehanska vrtina
V-4	12.11.2021	457985,82	109151,40	306,35	12,0	geomehanska vrtina
V-5	15.11.2021	457979,65	109110,05	306,43	12,0	geomehanska vrtina
V-5A	15.11.2021	458006,66	109114,25	306,14	3,0	geomehanska vrtina
V-6	17.11.2021	457975,26	109064,07	305,65	10,0	geomehanska vrtina
V-7	17.11.2021	458003,11	109080,18	305,43	7,0	geomehanska vrtina
V-8	13.12.2021	458007,56	109150,11	306,48	10,0	geomehanska vrtina

### T.1.3.2 Sondažni izkopi

Na predvideni lokaciji izgradnje objektov sta se za potrebe analize ponikanja izvedla dva sondažna razkopa, ki bosta obravnavana v priloženem hidrogeološkem poročilu (priloga T.1.7). Sledi preglednica o lokacijah sondažnih izkopov z oznakama J-1 in J-2 ter preglednici z geotehničnimi popis le-teh.

Preglednica 2: Lokaciji izvedenih sondažnih izkopov

OZNAKA JAŠKA	IZVEDENO dne	KOORDINATE D96		NADMORSKA VIŠINA (m)	GLOBINA (m)
		N	E		
J-1	17.11.2021	457996	109147	306,59	0,98
J-2	17.11.2021	457998	109033	304,89	1,95

Preglednica 3: Sondažni izkop z oznako J-1

GLOBINA	Klasifikacija	OPIS
0 - 0,3 m	Hu	Travna ruša s humusom.
0,3 – 0,98 m	ML	Peščen melj, 80% melja, 10% glin, 10% drobnega peska.

Preglednica 4: Sondažni izkop z oznako J-2

GLOBINA	Klasifikacija	OPIS
0 - 0,3 m	Hu	Travna ruša s humusom.
0,3 – 1,15 m	ML	Peščen melj; 65% melja, 30% drobnega peska, 5% drobnih prodnikov.
1,15 – 1,95 m	GP-GM	Peščeno meljast prod. 55 % prod, 25 % melja, 20 % peska.

V obeh jaških so se izvedli nalivalni poizkusi, s katerim smo preverili ponikanje vode plasti peščenega melja (J-1) ter plasti peščenega melja in peščeno meljastega prod (J-2).



### T.1.3.3 Izvedba preiskav s težkim dinamičnim penetrometrom

Strokovno osebje GI ZRMK d.o.o. je septembra in oktobra 2021 izvedlo šest meritev s težkim dinamičnim penetrometrom (DP).

Meritve s težkim dinamičnim penetrometrom se pretežno izvajajo v nekoherentnih slojih tal s kontinuiranim penetriranjem do predvidene globine oz. trdne podlage. Njihov osnovni namen je pridobitev zveznih podatkov o materialnih karakteristikah in globinskih spremembah trdnostnih parametrov tal. Meritve so bile izvajane s strojno opremo PAGANI TG 63 – 100. Pri tem tipu preiskave se bat z maso 63,5 kg spušča z višine 75 cm na drogove z znano težo (6,4 kg/m), pri tem pa se beleži število udarcev (N20), ki je potrebno, da stožec z 90° konico ter premerom 51 mm, prodre 20 cm globoko v tla.

Lokacije preiskav so podane v spodnji preglednici in na situaciji terenskih preiskav v prilogi G.1, tabelarični in grafični izpisi materialnih vrednosti tal pa so vloženi v prilogi T.1.4.

*Preglednica 5: Lokacije in globine preiskav izvedenih s težkim dinamičnim penetrometrom*

Oznaka sonde	Koordinate		Nadmorska višina	Globina (m)
	N	E	z	
DP-1	458006,61	109176,29	307,15	8,2
DP-2	458027,68	109139,98	306,88	4,2
DP-3	458006,66	109111,43	306,01	1,8
DP-4	457984,71	109088,36	306,00	7,8
DP-5	458021,03	109079,70	305,33	3,8
DP-6	458001,67	109064,94	305,08	5,8

Zaradi presenetljivo hitrega zaključka preiskave v DP-3 (prodor konice le do 1,8m) smo za detekcijo talnih razmer ob tej lokaciji izvedli plitvo geomehansko vrtino V-5A.

### T.1.3.4 Geotehnične meritve v sklopu vrtanja

#### T.1.3.4.1 Standardni penetracijski test – SPT

Standardni penetracijski preizkusi (SPT), s pomočjo katerih določimo gostotno stanje zemljine in izhajajoče strižne karakteristike, so izvajani v globinah od 2,0 m vse do globine 12,0 m. Na terenu je zabeleženo število udarcev normiranega bata, ki so potrebni, da se penetracijska igla ugrezne v zemljino za 30,0 cm. Predstopnja penetriranja je izvajana v med vrtanjem različno porušeni zemljini in v seštevku N ni upoštevana. Nereducirane vrednosti SPT preiskusov so vnešene na profile vrtin v prilogi tega poročila. Terensko ugotovljene N vrednosti so po zahtevah Eurocode 7-2 za nadaljnjo obdelavo reducirane ob upoštevanju energijske korekcije opreme, energijske izgube vsled dolžine palic pri penetriranju ter ob upoštevanju učinka geološkega pritiska v tleh.

Skladno z zahtevami Eurocode 7-2 Geotehnično projektiranje – drugi del so izvedene interpretacije korigirane vrednosti  $N$ . Ob korekciji je upoštevana dolžina drogova ( $\lambda$ ), geološki pritisk v globini preizkusa ( $C_N$ ) in faktor prenosa energije (izmerjeni  $k_{60} = 1,334$ ). Iz razmerja  $(N_1)_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \lambda \cdot C_N$  so na osnovi dodatka (aneksa) F v Eurocode 7-2 iz vrednotene relativne gostote ( $I_D$ ) in strižni koti ( $\phi$ ) prodnih zemljin. Nadalje so za koherentne zemljine iz vrednotene enoosne tlačne trdnosti ( $q_u$ ) ter nedrenirane strižne trdnosti ( $s_u$ ). Za vse zemljine so iz vrednoteni tudi moduli elastičnosti ( $E$ ).

Rezultati ter interpretacija izvedb SPT meritev je podana v prilogi T.1.3 tega poročila.

#### T.1.3.4.2 Meritve z ročnim penetrometrom

Meritve z ročnim penetrometrom so namenjene hitri oceni enoosne tlačne trdnosti koherentnih zemljin. Na terenu smo tako meritve izvedli v zgornjih meljno-glinenih slojih, ki se nahajajo v srednje do težko gnetnih stanjih ( $q_u = 100\text{--}240$  kPa). Rezultati meritev so podani v geotehničnih profilih vrtin v prilogi T.1.2.

### T.1.4 LABORATORIJSKE PREISKAVE

Med vrtanjem raziskovalnih vrtin smo odvzeli primerne vzorce zemljin za geomehanske laboratorijske preiskave, ki jih je opravljalo osebje podjetja Geoinženiring d.o.o.

Opravljenе geomehanske laboratorijske preiskave zemljin in standardi po katerih je preiskava potekala so navedeni v spodnji preglednici:

*Preglednica 6: Laboratorijske preiskave*

Preiskava	Standard
Klasifikacija vzorcev	SIST EN ISO 14688-2:2018
Določitev naravne vlažnosti	SIST EN ISO 17892-1:2015
Ugotavljanje gostote zemljin	SIST EN ISO 17892-2:2015
Določitev konsistenčnih mej po metodi »Fall-cone«	SIST EN ISO 17892-12:2018
Določitev enoosne tlačne trdnosti zemljin	SIST EN ISO 17892-7:2018
Drenirana strižna preiskava v direktnem strižnem aparatu	SIST EN ISO 17892-10:2019
Edometriški preskus s postopnim obremenjevanjem	SIST EN ISO 17892-5:2017
Zrnavaost – kombinirana analiza	SIST EN ISO 17892-4:2017

Rezultati o opravljenih laboratorijskih preiskavah so v prilogi T.1.5.

## **T.1.5 INŽENIRSKE, GEOLOŠKE IN GEOTEHNIČNE RAZMERE**

### **T.1.5.1 Geomorfološki in inženirsko-geološki opis lokacije**

Obravnavano območje OPPN 184 leži v SZ delu MOL, v k.o. Tacen in obsega 12.878 kvadratnih metrov. Na severu ga omejujeta osamelca Grmada (višina 676m) in Šmarna gora (višina 669m), na jugu pa ga omejuje Rocenska ulica. Zahodno od parcel se nahajajo športne površine Policijske akademije, desno se v tem prostoru zaključita Seunigova ulica in Ulica Janeza Rožiča.

Območje je večinoma položno in brez inženirsko-geoloških posebnosti v smislu vidnejših in obsežnejših pojavov nestabilnosti. Višina parcele je pretežno okoli 305 do 306 višinskih metrov. Gre pretežno za travnat položen teren, ki ga na vzhodu omejuje zaraščen gozd, kateri se nadaljuje proti vzhodu preko slabo vzdrževane tlakovane dostopne ceste do večjega opuščenega objekta. Terasasti prehodi so povsod pretežno poraščeni.

Severni del parcele s približno od 5 do 6 metrov visoko poraščeno teraso preide v travnato izravnavo neposredno pod vznožji obeh vzpetin. Ta del preči uhojena pot, ki vodi v predel Kuhinja, južno pod podolgovatim grebenom Grmade.

Po informacijah iz dostavljene dokumentacije ter mimoidočih pohodnikov, kot tudi na podlagi manj izrazitih terenskih znakov, gre za območje, kjer lahko občasno, v času obilnih padavin, pride do površinskega stekanja predvsem iz smeri zaledne grape (ob njej poteka pohodniška pot, slika 3).



*Slika 3: Zaključek erozijske grape-rdeča puščica (ob njej pohodna pot), od koder lahko prihaja do površinske omočenosti v spodnje predele*

Zbrana voda se pretežno steka in razliva po zalednih travnatih površinah (nad terasastim prehodom), vseeno pa se lahko del te vode steka tudi nižje, v dano območje (slika 4). Sicer znakov močnega vodnega erozijskega delovanja ali znakov stalne omočenosti v času ogleda terena nismo opazili, vseeno pa velja na to posebnost opozoriti in upoštevati v projektnih rešitvah končne gradbene ureditve teh parcel in novih objektov.



Severozahodno od manjšega počitniškega objekta se neposredno ob meji s Policijsko akademijo nahaja stalen izvir, ki je sedaj zajet v odprt jašek, z izpustom v vzdolžni odvodni jarek (slika 5).



*Slika 4: Uhojena pot na Šmarno goro in Grmado s terasastim prehodom in znaki občasnega stekanja (rdeča puščica), levo lokacija omenjenega stalnega izvira*



*Slika 5: Stalni izvir na severozahodnem delu območja, zajet v jašek*

Na jugozahodnem delu območja je zasilno zagrajen gradbiščni prostor z gradbenim materialom in kontejnerji. Ob vzhodnem robu je več metrov širok pas gradbiščnih odpadkov oz. zaraščenih gradbenih elementov, ki jih je potrebno v celoti odstraniti (glej prilogo G.1).



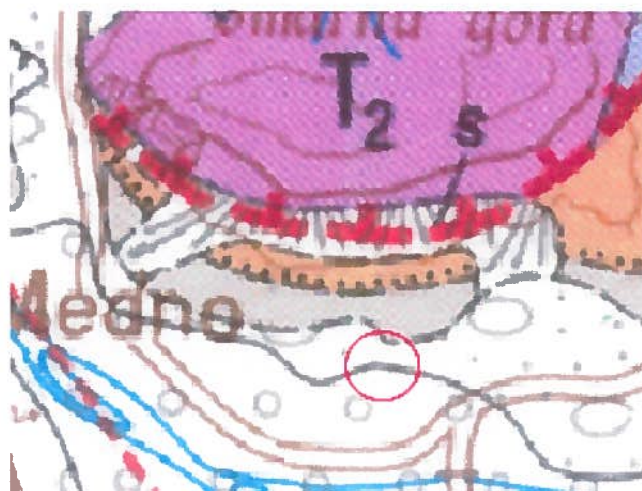
Slika 6: Gradbišni ostanki in ograjen gradbišni prostor, jugozahodni del območja

Erozijski pojavi in mnenje o pazljivosti obravnavanega območja so podrobneje predstavljeni v priloženem Hidrogeološkem poročilu in poročilu o plazljivosti za OPPN občine Ljubljana št. 184: Pod Šmarno goro.

#### T.1.5.2 Litološko stratigrafski pregled geoloških členov

Osnovo preiskanega prostora predstavlja permokarbonska osnova (skrilavi glinovci), ki pa je večinoma prekrita s kvartarnimi sedimenti (pleistocenskimi fluvio-glacialnimi in pleistocensko-holocenskimi jezerskimi sedimenti in materialom melišč), v našem primeru predvsem prodno-konglomeratni zasipi.

Opis medsebojnih geoloških odnosov je podan na podlagi opravljenih terenskih geotehničnih preiskav, globalna geološka zgradba pa je povzeta po Osnovni geološki karti SFRJ, list Kranj 1:100 000 (Grad in Ferjančič, 1974).



Slika 7: Geološka karta obravnavanega območja z označenim obravnavanim območjem

Na obravnavanem prostoru bodočega objekta, se izven naravnih površin, prekritih z do cca 30 cm humusne prevleke, pojavljajo umetna nasutja v območjih kolovozov in dostopnih poti. Pri tem posebej omenjamo jugozahodni del, kjer je vzhodno od zasilno ograjenih gradbiščnih prostorov odložen heterogen gradbeni material, ki ga bo potrebno pred pričetkom gradnje odstraniti. Med njim so tudi večji gradbeni profili in montažni elementi, ki so ponekod že precej preraščeni.

Nad permokarbonsko hribinsko osnovo (oznaka v profilih **C/P- SLOJ 3**), katere globina očitno v smeri zahoda (proti Policijski akademiji) postopno narašča od globine okoli 3 m do globine 7 m in več (glej priloge G1 do G6), so odloženi kvartarni aluvialni nanosi, ki jih gradijo pleistocenski fluvio-glacialni in pleistocensko-holocenski jezerski sedimenti.

V zgornjem delu nastopajo pretežno meljne gline, melji in drobno peščeni sedimenti, z vključki drobnega proda **Q<sub>alm</sub> - SLOJ 1**. Debelina tega sloja je v povprečju dober meter in praviloma ne presega iznosa 2 m. Koherentni materiali se glede na podatke med vrtanjem nahajajo v srednje do težko gnetnem stanju.

Pod tem slojem se nahaja slabo do dobro graduiran, pretežno srednje gost peščen, podrejeno meljast prod (**Q<sub>alp</sub> - SLOJ 2**), med katerim so primešane tudi sloji peska ter samice debeline do približno 15 cm. Zaradi slednjih je preiskava z dinamičnim penetrometrom DP-3 tudi predčasno zaključena. Debelina tega sloja, ki bo v primeru plitvega temeljenja predstavljal temeljno podlago objektov, je v preiskanih območjih spremenljiva do debelin okoli 6,5 m (vrtina V-5).

Znotraj tega praviloma dobro prepustnega sloja so med vrtanjem v večini primerov ugotovljeni tudi pojavi podzemne vode (prevladujoča globina okoli 4 m v vrtinah P-1, P-2, V-4 in V-8, ter okoli 5,5 m v vrtinah V-5 in V-6), ali vsaj omočene cone (vrtini V-3, V-7).

Že omenjena permokarbonska hribinska osnova (temno siv skrilavi meljevec s prehodi v glinovec in peščenjak) je glede na podatke vrtin sprva v globini do nekaj deset centimetrov preperela in znatno razpadla v zelo gost gruščnat material, nato pa se nahaja v trdnem stanju. Možni so pojavi tektoniziranosti.

### T.1.5.3 Razporeditev slojev in mehansko fizikalne karakteristike temeljnih tal

Na podlagi izvedenih terenskih in laboratorijskih preiskav ter arhivskih podatkov smo določili mehansko fizikalne lastnosti za nastopajoče karakteristične sloje, razvrščene v 3 skupine. Opredelili smo naslednje karakteristične sloje, katerih karakteristike smo upoštevali v nadaljnjih računskih analizah:

#### SLOJ 1:

⇒ **Glinast melj, meljna glina in pesek, z drobnim prodom – Q<sub>ALm</sub> (CL, ML, SM, CL/ML) sg/tg in ra/sgo**

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| ➤ naravna vlaga (lab):                | w = 26 - 42%                            |
| ➤ prostorninska teža:                 | γ = 18,5 - 19,2 kN/m <sup>3</sup>       |
| ➤ enoosna tlačna trdnost (lab in RP): | q <sub>u</sub> = 80 - 285 kPa (150 kPa) |
| ➤ modul elastičnosti (SPT):           | E = 14 - 16 MPa                         |
| ➤ strižna trdnost:                    |   |



⇒ kohezija (lab)	$c = 3,5 - 7,6 \text{ kN/m}^2$
⇒ strižni kot (lab)	$\varphi = 28^\circ - 29^\circ$
➤ edometriški modul (lab):	$E_{\text{oed}} (50 \text{ kPa}) = 580 - 2600 \text{ kPa}$
	$E_{\text{oed}} (100 \text{ kPa}) = 1500 - 3000 \text{ kPa}$
	$E_{\text{oed}} (200 \text{ kPa}) = 2500 - 4400 \text{ kPa}$
	$E_{\text{oed}} (400 \text{ kPa}) = 5300 - 8100 \text{ kPa}$

**SLOJ 2:**

- prostorninska teža:
- elastični modul: (SPT)
- strižna trdnost:
- ⇒ kohezija:
- ⇒ strižni kot (SPT)
- ⇒ strižni kot (DP)

⇒ **Prodnat sloj -  $Q_{ALP}$  (GP, GM), pretežno sgo)**

$$\gamma = 20,0 - 22,0 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 16 - 32 \text{ MPa}$$

$$c = 0,0 - 1,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi = 33^\circ - 37^\circ$$

$$\varphi = 29^\circ - 30^\circ$$

**SLOJ 3:**

- prostorninska teža:
- strižna trdnost:
- ⇒ kohezija (DP)
- ⇒ strižni kot (DP)
- elastični modul (DP)

⇒ **Permokarbonski skilavi meljevec (C/P), površinsko preperel, trden**

$$\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi = 35^\circ$$

$$E = 20 - 60 \text{ MPa}$$

#### T.1.5.4 Hidrogeološke razmere in plazljivost terena

Hidrogeološke preiskave so v sklopu tega projekta obsegale beleženje pojavov podzemne vode med vrtanjem ter opremljanje dveh vrtin s piezometri (P-1 in P-2), katerih namen je zvezno spremljanje nihanja podzemne vode v prihodnjem dogovorjenem obdobju. V profilih vrtin je zabeležena globina pojavljanja navlaženosti oz. omočenosti materialov ter odčitek nivoja vode med vrtnimi deli.

Hidrogeološke razmere ter izvedba hidrogeoloških raziskav za potrebe ponikanja meteornih voda so obravnavane v ločenem hidrogeološkem poročilu (priloga T.1.7.).

Pri obravnavanju plazljivosti terena je bil poudarek na prepoznavanju morfoloških znakov aktivnega ali preteklega plazenja oz. nestabilnosti pobočja ter morebitnih znakov erozije materiala. Med terenskim ogledom tega dela območja niso bili opaženi jasni znaki plazenja, mestoma pa se pojavljajo posredni indikatorji pobočnih masnih premikanj, ki so opisani v priloženem poročilu (priloga T.1.7.).

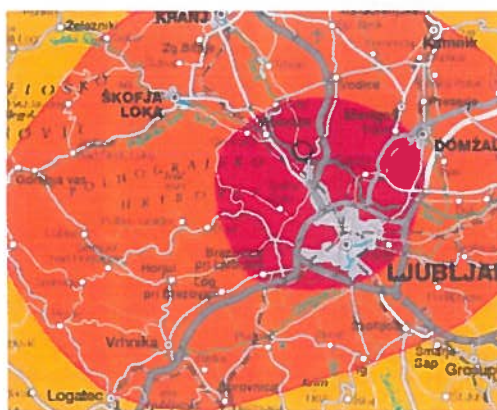
Na območju, ki je severno od predvidenih objektov, ob vznožju Šmarne gore, bo potrebno izvesti jarek za zajem morebitne površinske vode. Slednji je prikazan v situaciji. Podrobnosti bo potrebno določiti v nadaljnjih fazah izdelave projektne dokumentacije.

### T.1.5.5 Kategorizacija izkopov

Po Posebnih tehničnih pogojih za zemeljska dela in temeljenje (SCS 1989 in dopolnitev 1994/2000) lahko vsa dela, ki bodo potrebna za izvedbo izkopov uvrsti v 3. kategorijo (vezljiva in nevezljiva zrnata zemljina) ter v 4. kategorijo (mehka kamnina). Izjema je le ponekod tanek površinski sloj humusa debeline 10 – 30 cm katerega uvrščamo v 1. kategorijo.

### T.1.5.6 Seizmičnost terena

Projektni pospešek tal je po EC8 enak vršnemu (ali največjemu) pospešku tal. To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Projektni pospešek tal je določen za povratno dobo 475 let, ki ustreza verjetnosti 90 %, da vrednosti ne bodo presežene v 50 letih. Na tem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške velikostnega reda 0,250 g. Podatke povzemamo po *Karti makroseizmičnih intenzitet Slovenije za povratno dobo potresov 475 let* in po *Karti projektnih pospeškov potresov  $a_g$* . Tip tal je v območju, kjer je največ 5 m slabšega površinskega materiala nad hribino, uvrstimo v vrsto A, kjer pa je površinskega materiala nad hribino več kot 5 m, pa gre za B tip tal.



Slika 8: Projektni pospešek s povratno dobo 475 let

## T.1.6 GEOTEHNIČNI POGOJI GRADNJE

### T.1.6.1 Pogoji temeljenja objektov

Naročnik želi na obravnavanem območju zgraditi naselje sodobnih stanovanjskih objektov (prostostoječa stavba, dvojčke oziroma vrstne hiše), izvesti ureditev skupnih zunanjih površin (igrišča, tlakovane površine...) ter potrebne priključke objektov na omrežje gospodarske javne infrastrukture.

Glede na prejeto zasnovo konstrukcije se na lokaciji predvideva gradnja stanovanjskih objektov s kletnimi etažami. Vrstne hiše imajo koto dna temeljne plošče na globini cca 4,00 m pod koto +/- 0,00 objekta. Enostanovanjske stavbe imajo koto dna temeljne plošče na cca 3,80 pod koto +/- 0,00 objekta. Posamezne stavbe so le delno vkopane v tla. Najnižja kota je cca 3,65 pod koto +/- 0,00 objekta.



Temeljenje predvidenih objektov je plitvo na temeljni plošči. Možna je izvedba tudi temeljenja na pasovnih temeljih. V zasnovi vseh stanovanjskih objektov je kletna etaža, pritličje in eno nadstropje.

V kolikor bodo kletne etaže izvedene, naj se objekte načrtuje tako, da zatekanje viseče/podtalne podzemne vode v objekt ali posamezne dele objekta ne bo možno (npr.: izvedba bele kadi, ipd.) Objekte ali naprave na podobmočju širšega VVP z milejšim vodovarstvenim režimom in podobmočju širšega VVO z milim vodovarstvenim režimom je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmitivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10%, je gradnja izjemoma dovoljenja tudi globlje. Če je treba med gradnjo ali obratovanjem drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to potrebno pridobiti vodno soglasje.

## **T.1.6.2 Geotehnični izračuni**

### **T.1.6.2.1 Splošno**

Geotehnične izračune, predstavljene v nadaljevanju poglavja, smo kljub predvidenemu temeljenju na temeljni plošči pripravili za več različnih možnosti gradnje stanovanjskih objektov na obravnavanem območju. Izračuni so pripravljene za možnost temeljenja s temeljno ploščo ali pasovnimi temelji. Nadalje se je v izračunih upoštevalo tudi možnost izgradnje kletne etaže oz. temeljenje na površini. Pri izračunih smo upoštevali okvirne obremenitve in dimenzije, za točne geomehanske izračune pa je potrebno pridobiti končne zasnove in obtežbe objektov. V nadaljnjih fazah izdelave projektne dokumentacije je potrebno podrobneje obravnavati geotehnične pogoje gradnje.

### **T.1.6.2.2 Izračun posedkov**

Izračuni posedkov temeljnih tal za maksimalne napetosti so bili izvedeni s programom Settle 3D 2.0 proizvajalca Rocscience. Program uporablja za računanje metodo po Boussinesq-u. Za izvedbo izračuna smo uporabili geomehanske lastnosti zemljin, katere so bile pridobljene s terenskimi raziskavami. Pri računu posedkov so bili predpostavljeni vplivi na temelje upoštevani kot projektne vrednosti za mejna stanja uporabnosti v skladu s SIST EN 1997-1:2005.

V izračunu smo modelirali dve predvideni različni obtežbi in sicer za temeljno ploščo ta znaša 100 kPa za pasovni temelj pa 200 kPa. Izračune smo v primeru objekta s kletno etažo razdelili na tri faze in sicer na začetno stanje, izkop in končno stanje. V primeru ko je objekt temeljen na površini pa v dve fazi in sicer na začetno stanje in končno stanje. Dimenzija temeljne plošče znaša 14,5 x 8 m, pasovni temelj pa je dolžine 14,5 m in širine 0,7 m. Višino podzemne vode smo postavili na globino 3,8 m.

Posedek v primeru objekta s kletno etažo in temeljenjem na temeljni plošči znaša pod 1 cm, ravno tako je v primeru temeljenja na pasovnih temeljih. Posedek objektov lahko v teh dveh primerih zanemarimo, torej večjih posedkov ni pričakovati. Nasprotno pa posedek pri temeljenju na površini v primeru temeljne plošče znaša cca. 3 cm, v primeru temeljena na pasovnih temeljih pa je le ta pod 3 cm. Vse izračunane posedke je potrebno vedno razumeti kot približne ocene. Izračuni so predstavljeni v prilogah T.1.6 poročila.

#### T.1.6.2.3 Izračun nosilnosti

Izračun nosilnosti temeljni tal smo izvedli po analitični metodi za drenirane pogoje (SIST EN 1997-1:2005, dodatek D). Pogoj nosilnosti je vseh štirih obravnavanih primerih izpolnjen. Vertikalna projektna obremenitev je manjša od projektnega odpora tal. Izračuni so predstavljeni v prilogah T.1.6 poročila.

#### T.1.6.2.3 Izračun stabilnosti

Globalno stabilnost v profilu 4, smo preverili s programom GEO5 – Slope stability (2022) po metodi Bishop in Janbu. Izračuni so opravljeni v skladu z SIST EN 1997-1:2005 – s projektnim pristopom 3.

V obravnavanem prečnem prerezu P4 je bila analizirana globalna stabilnost. Faktor varnosti  $F_s$  po metodi Bishop znaša 1,25 oz. je izkoristek 80%. Po metodi Janbu je izkoristek 79,8%. Obravnavana brežina je stabilna, če je faktor varnosti večji od 1 oz. mora biti izkoristek analizirane stabilnosti nižji od 100%. Izračuni so predstavljeni v prilogah T.1.6 poročila.

### T.1.6.3 Začasni izkopi in varovanje izkopov

Koder bodo razmere to dopuščale, je pogojno možen začasen izkop proste brežine v ustreznem naklonu. Na območju v neposredni bližini brežine med terasama (na S in V) bo verjetno potrebno izvesti varovanje gradbene jame. Podrobnost ukrepov (način izkopa, globina in podrobni tlorsni potek) se določijo s posebnim načrtom izkopov in niso predmet tega poročila. Vsi izkopi morajo biti izvedeni v sušnem obdobju.

## T.1.7 ZAKLJUČKI

Na podlagi geološko-geomehanskih in hidrogeoloških preiskav območja predvidenega OPPN 184 Tacen pod Šmarno goro, kjer investitor predvideva izgradnjo večih stanovanjskih objektov, lahko zaključimo, da so medsebojni odnosi med nastopajočimi aluvialnimi in nastopajočimi permokarbonskimi sloji relativno dobro raziskani. Podrobnosti v predhodnih poglavjih.

Površine so prekrite s tanjšim slojem glineno-meljnih do peščenih sedimentov, pod katerimi so do permokarbonske hribinske osnove, ki se v območju geoloških preiskav nahaja v globinah od cca. 3m (vzhodni del) do več kot 7m (zahodni del, proti Akademiji) odloženi prodni sedimenti debeline. Gre za dobro nosilno podlago, brez večjih posebnosti.

Pojavov nestabilnosti med ogledom terena nismo zabeležili. Ob tem smo opozorili na možnost občasnega dotoka zalednih vod iz smeri zaledne grape vznožja Šmarne gore in Grmade (pohodniška pot preko Kuhinje), kar bi se utegnilo zgoditi ob izdatnih padavinah.

V dveh piezometrih bomo v nadaljnjem obdobju spremljali nihanje podzemne vode. Dotoki vode med vrtnjem niso bili enakomerni in enako izdatni. Podrobneje je to področje obravnavano v hidrogeološkem poročilu.

Geotehnične izračune smo opravili za primere temeljenja na temeljni plošči ali na pasovnih temeljih za objekte s kletno etažo ali brez nje. V primeru temeljenja objekta s kletno etažo večjih posedkov ni pričakovati, pri temeljenju na površini pa so posedki nekoliko večji. Pogoji nosilnosti so v vseh primerih izpolnjeni. Za izbran profil P4 smo izvedli stabilnostno analizo, ki kaže na to, da je obravnavna brežina stabilna.

V kolikor bo prišlo do izvedbe kletne etaže predlagamo, da se temeljenje izvede nad koto srednjega nivoja podzemne vode. Izvedba kletne etaže mora zagotavljati vodotesnost oz. vodonepropustnost objekta.

Pri izvedbi izkopov in temeljenju objektov je potrebno zagotoviti geotehnični nadzor.

Pripravili:

Andrej ŠABEC, univ. dipl. inž. grad.

Urban UMEK, univ. dipl. inž. geol.

Urban REPIČ, mag. inž. ok. grad.

Nastja SELIŠNIK, dipl. inž. geol.








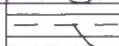


## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **T.1.2 GEOTEHNIČNI PROFILI IN FOTOGRAFIJE VRTIN TER SONDAŽNIH IZKOPOV**

Sonda: P-1  
Globina: 8 m  
Vrsta: PIEZOMETER  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,43 m  
Datum vrtanja: 13/12/2021  
Vodja: U.UMEK, univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109151,18  
y: 457988,91  
z: 306,43  
Merilo: 1 : 50



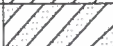
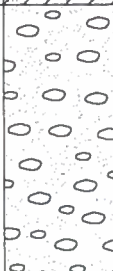
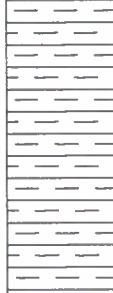

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE				
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP	τ	OPOMBE	
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,2		HU	Q	HUMUS	4	13	200 150 150 200 150 150	<	k=1,334	
	0,9		CL		PUSTA MELJNA GLINA S POSAMEZNI PRODNIKI Ø DO 3cm, TEŽKO GNETNO, RJAVO						
			ML/CL		MELJNA GLINA S PREHODI V GLINAST MELJ, SREDNJE DO TEŽKO GNETNO, RJAVO IN RUMENORJAVO						
	2		SM		MELJAST PESEK, RUMENORJAV, RAHEL DO SREDNJE GOST						
	2,3		GP/GM		PEŠČEN PROD, LOKALNO MELJAST, POSAMEZNE SAMICE DEBELINE DO 10cm, NA DNU MOKER, RJAV						
	3,8		GP		SPRAN PROD S POSAMEZNIMI SAMICAMI, LOKALNO MELJAST, MED 4,8-5,1m, MOKER, RJAV						
	5,6		GP		PEŠČEN PROD S POSAMEZNIMI SAMICAMI MED 6,2-6,5m, PREVLAJUJEJO KOSI Ø DO 3cm, SIV IN SIVORJAV, SREDNJE GOST						
	7		pre.melj.		C/P						DELNO PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAV, ZELO GOST DO POLTRDEN
	7,3		melj.								SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN
	8										
Nivo podtalnice:		Datum:	13/12/2021		Obdelal:	Pregledal:	Št. lista: 1				
		Nivo:	3,9m				Priloga:				

Sonda: P-2  
Globina: 7 m  
Vrsta: PIEZOMETER  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 304,5 m  
Datum vrtanja: 10/12/2021  
Vodja: U.UMEK, univ. dipl. inž. geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109027,69  
y: 458002,89  
z: 304,5  
Merilo: 1 : 50




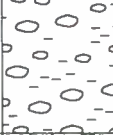


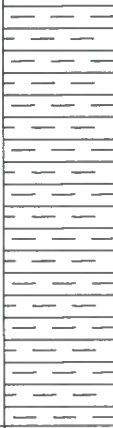

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE			
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP	τ	OPOMBE
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,3		HU	Q	HUMUS	15		200 150 100	<	k=1,334
	1		ML		GLINAST MELJ IN MELJNA GLINA, RJAVO, SREDNJE DO TEŽKO GNETNO					
			SM		MELJAST PESEK, RUMENORJAVO, SREDNJE DO TEŽKO GNETNO					
	1,3		GP		DROBEN PROD S POSAMEZNIMI SAMICAMI DEBELINE DO 10cm, SIV, SREDNJE GOST					
	3,1		GM	MELJAST, LOKALNO PEŠČEN PROD S SAMICAMI, SREDNJE GOST, RJAV, NA DNU MOKER						
	4			GP	PEŠČEN PROD, PREVLAĐUJE Ø DO 5cm, VLOŽKI PESKA, SIVORJAV IN SIV, MOKER, SREDNJE GOST					
	4,8		5	pre.melj.	PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAVO, ZELO GOST DO POLTRDEN					
		7		melj	C/P	SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN	9cm/60ud			
	Nivo podtalnice:		Datum:		10/12/2021			Obdelal:	Pregledal:	
		Nivo:		4,0m						Priloga:

Sonda: V-3  
Globina: 6 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 305,99 m  
Datum vrtanja: 16/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109103,52  
y: 458025,05  
z: 305,99  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO


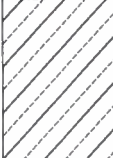

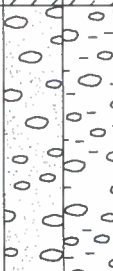
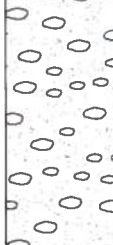


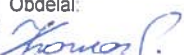
N A C I N	G L O B I N A	KLASIFIKACIJA		S T A R O S T	LITOLOŠKI OPIS	V Z O R E C	TERENSKÉ IN LAB. RAZISKAVE			
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP [kN/m²]	τ	OPOMBE
z a b i j a l n o  i n r o t a c i j s k o	0,3		HU	Q	HUMUS	9		190 150 150	<	k=1,334
	0,6		CL		PUSTA MELJNA GLINA S PRODNIKI, RJAVO, TEŽKO GNETNO					
	1,3		ML		GLINAST MELJ S POSAMEZNIMI PRODNIKI, RUMENORJAV, SREDNJE DO TEŽKO GNETEN					
	2,2		GM		MELJAST PROD, PREVLAĐUJE Ø DO 3cm, VLOŽKI PESKA, RJAV, VLAŽEN, SREDNJE GOST					
	2,8		GP		PEŠČEN PROD S PESKOM, SIV IN SIVORJAV, SREDNJE GOST					
	3,2		pre.melj.	C/P	PREPEREL SKRILAVI MELJEVEC, SIVORJAV, ZELO GOST DO POLTRDEN	6cm/60ud				
			melj.		PERMOKARBONSKI SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN					
	6									
Nivo podtalnice:		Datum:	16/11/2021			Obdelal:	Pregledal:		Št. lista: 1	
		Nivo:	T.V. ni						Priloga:	



Sonda: V-4  
Globina: 12 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,35 m  
Datum vrtanja: 12/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ. dipl. inž. geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109151,4  
y: 457985,82  
z: 306,35  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

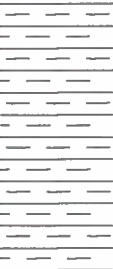
N A C I N	G L O B I N A	K L A S I F I K A C I J A		S T A R O S T	L I T O L O Š K I O P I S	V Z O R E C	T E R E N S K E I N L A B. R A Z I S K A V E				
		G E O L O Š K I P R O F I L	A C				N/P	RP	τ	O P O M B E	
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,3		HU	Q	HUMUS	11			<	k=1,334	
	1,4		CL		PUSTA MELJNA GLINA S POSAMEZNIMI PRODNIKI Ø DO 3cm, TEŽKO GNETNO, RJAVO						
			ML/CL		MELJNA GLINA S PREHODI V GLINAST MELJ, SREDNJE DO TEŽKO GNETNO, RJAVO IN RUMENORJAVO						
		2,1			GP/GM						PEŠČEN PROD, GRADUIRAN, VLOŽKI PESKA, LOKALNO MELJAST, NA DNU MOKER, RJAV, SREDNJE GOST
	3,9	GP			SPRAN PROD S POSAMEZNIMI SAMICAMI DEBELINE DO 10cm, SREDNJE GOST, MOKER, RJAV						
	5,4		GP	C/P	PEŠČEN PROD S POSAMEZNIMI SAMICAMI MED 6,2-6,5m, PREVLADUJE Ø DO 3cm, SIV IN SIVORJAV, SREDNJE GOST	13					
	7,1		pre.melj.		PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAV, ZELO GOST DO POLTRDEN						
	7,3				melj.						SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN
Nivo podtalnice:					Datum:	12/11/2021			Obdelal:	Pregledal:	Št. lista: 1
					Nivo:	3,9m					Priloga:




Sonda: V-4  
Globina: 12 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,35 m  
Datum vrtanja: 12/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ. dipl. inž. geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109151,4  
y: 457985,82  
z: 306,35  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO



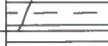
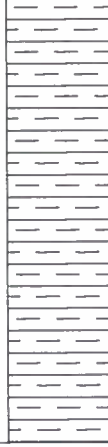

N A C I N	G L O B I N A	K L A S I F I K A C I J A		S T A R O S T	L I T O L O Š K I O P I S	V Z O R E C	T E R E N S K E I N L A B. R A Z I S K A V E				
		G E O L O Š K I P R O F I L	A C				N/P	R P	τ [kN/m²]	O P O M B E	
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	12		melj.	C/P	SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN						

Nivo podtalnice:	Datum:				Obdelal: 	Pregledal:	Št. lista: 2
	Nivo:						Priloga:

Sonda: V-5  
Globina: 12 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,43 m  
Datum vrtanja: 15/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109110,05  
y: 457979,65  
z: 306,43  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE							
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP [kN/m²]	τ	OPOMBE				
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,2		HU	Q	HUMUS	17				< k=1,334				
	0,4		HU		HUMUS S PRODOM									
			GP		PEŠČEN PROD, LOKALNO MELJAST V DO 10cm POLAH, VLOŽKI GROBEGA PESKA, MED 1,5-1,7m POSAMEZNE SAMICE DEBELINE DO 15cm, SIV IN SIVORJAV, SREDNJE GOST									
	5,3				MELJAST, PODREJENO PEŠČEN KARBONATNI PROD Z VLOŽKI PESKA IN POSAMEZNIMI SAMICAMI DEBELINE DO 15cm, RJAV, SREDNJE GOST, MANJŠI DOTOK VODE NA 5,6m									
	6,8		GM/GP		PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAV, ZELO GOST DO POLTRDEN									
	7,2		pre.melj.	C/P	SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN	13cm/60ud								
			melj.											
Nivo podtalnice:					Datum:	15/11/2021	Obdelal:		Pregledal:		Št. lista: 1			
					Nivo:	5,6m					Priloga:			

Sonda: V-5  
Globina: 12 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,43 m  
Datum vrtanja: 15/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109110,05  
y: 457979,65  
z: 306,43  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO




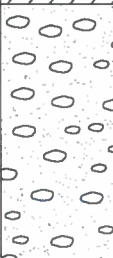
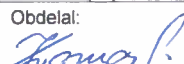
N A C I N	G L O B I N A	K L A S I F I K A C I J A		S T A R O S T	L I T O L O Š K I O P I S	V Z O R E C	T E R E N S K E I N L A B. R A Z I S K A V E				
		G E O L O Š K I P R O F I L	A C				N/P	RP	τ [kN/m²]	O P O M B E	
	12	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	melj.	C/P	SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN						
						8cm/60ud					
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o											
Nivo podtalnice:		Datum:					Obdelal:		Pregledal:		Št. lista: 2
		Nivo:					Korovc				Priloga:

Sonda: V-5A  
Globina: 3 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,14 m  
Datum vrtanja: 15/11/2021  
Vodja: U.UMEK,univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109114,25  
y: 458006,66  
z: 306,14  
Merilo: 1 : 50

Objekt:

OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO  
GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE			
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP	$\tau$ [kN/m²]	OPOMBE
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,3		HU	Q	HUMUS	22	170		< k=1,334	
	0,6		CL		PUSTA MELJNA GLINA S POSAMEZNIMI PRODNIKI, RJAVO, TEŽKO GNETNO					
	1,3		ML		GLINAST MELJ S POSAMEZNIMI PRODNIKI, RUMENORJAVO, SREDNJE DO TEŽKO GNETNO					
	3		GP		PEŠČEN PROD Z VLOŽKI PESKA, SAMICE DEBELINE DO 15cm MED 1,2-1,5m IN 2,3-2,5m, SIV, SREDNJE GOST, SUH					
Nivo podtalnice:		Datum:	15/11/2021			Obdelal:	Pregledal:		Št. lista: 1	
		Nivo:	T.V. ni						Priloga:	

**INSTITUT**

Narocnik:

DEMA PLUS d.o.o.

Sonda: V-6  
Globina: 10 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 305,65 m  
Datum vrtanja: 17/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109064,07  
y: 457975,26  
z: 305,65  
Merilo: 1 : 50

Objekt:

OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO  
GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE			
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP	$\tau$	OPOMBE
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,4		HU	Q	HUMUS	8	240		< k=1,334	
	0,7		CL		MELJNA GLINA S POSAMEZNIMI PRODNIKI, RJAVO, TEŽKO GNETNO					
	2,1		GP		DROBEN PEŠČEN PROD, PREVLAĐUJE $\phi$ DO 1cm, VLOŽKI PESKA, NA DNU VLAŽEN, RAHEL DO SREDNJE GOST					
	3,3		GM/GP		MENJAVANJE MELJASTEGA IN PEŠČENEGA PRODA V DO 0,5m SLOJIH, PREVLAĐUJE PROD DO 3cm, SIVORJAVO IN RUMENORJAVO, SREDNJE GOSTO					
	5,7		GP	C/P	PEŠČEN PROD, PREVLAĐUJE $\phi$ DO 4cm, MELJAST MED 4,2-4,4m, NA DNU MOKER, RJAV, SREDNJE GOST	17	11cm/60ud			
	6,4		GM		MELJAST PROD, SPRVA MOKER, RJAV, SREDNJE GOST					
	6,5		melj.		PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAV					
	10		melj.		SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN					
Nivo podtalnice:		Datum:		17/11/2021		Obdelal:		Pregledal:		Št. lista: 1
		Nivo:		5,4m						Priloga:

Sonda: V-7  
Globina: 7 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 305,43 m  
Datum vrtanja: 17/11/2021  
Vodja: U.UMEK, univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109080,18  
y: 458003,11  
z: 305,43  
Merilo: 1 : 50





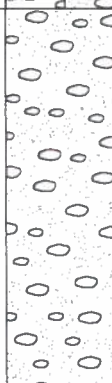
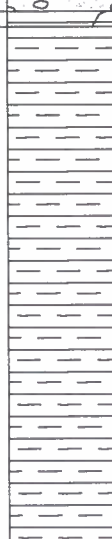
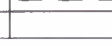

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE					
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP	τ	OPOMBE		
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,3		HU	Q	HUMUS	20	200	180	<	k=1,334		
	0,6		CL		MELJNA GLINA, RJAVA, TEŽKO GNETNA							
	1		ML		GLINAST MELJ, SIVORJAV IN RUMENORJAV, TEŽKO GNETEN							
	1,3		SM		MELJAST PESEK S POSAMEZNIMI PRODNIKI, RUMENORJAV							
	4,5		GP/GM	C/P	PEŠČEN PROD, OD 3,5m DALJE MELJAST V DO 15cm SLOJIH, VLAŽEN MED 4-4,3m, RJAV IN SIVORJAV, SREDNJE GOST	16	6cm/60ud					
	4,6				PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAV, ZELO GOST DO POLTRDEN							
	7		melj		SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN							
Nivo podtalnice:		Datum:		17/11/2021				Obdelal:		Pregledal:	Št. lista: 1	
		Nivo:		T.V. ni							Priloga:	

Sonda: V-8  
Globina: 10 m  
Vrsta: GEOMEHANSKA VRTINA  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,48 m  
Datum vrtanja: 13/12/2021  
Vodja: U.UMEK,univ.dipl.inž.geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109150,11  
y: 458007,56  
z: 306,48  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

NACIN	GLOBINA	KLASIFIKACIJA		STAROST	LITOLOŠKI OPIS	VZOREC	TERENSKA IN LAB. RAZISKAVE			
		GEOLOŠKI PROFIL	AC				N/P	RP	$\tau$ [kN/m <sup>2</sup> ]	OPOMBE
z a b i j a l n o  i n r o t a c i j s k o	0,2		HU	Q	HUMUS		16			< k=1,334
	0,4		HU		HUMUS S PRODNIKI					
	0,8		CL		PUSTA MELJNA GLINA S PRODNIKI, RJAVA, TEŽKO GNETNA					
	4		GM/GP	Q	MENJAVANJE MELJASTEGA PRODA IN PODREJENEGA PEŠČENEGA PRODA V DO 30cm VLOŽKIH, RJAVO DO RUMENORJAVO, NA DNU MOKRO, SREDNJE GOSTO		18			
	6,5		GP		PEŠČEN PROD, SPRAN DO 4,7m, VLOŽKI PESKA, PREVLADUJE $\phi$ DO 3cm, RUMENORJAV IN RJAV, SREDNJE GOST, MOKER		13			
	6,6		melj.	C/P	PREPEREL MELJEVEC, SIVORJAV, ZELO GOST DO POLTRDEN		20	8cm/60ud		
					SKRILAVI MELJEVEC, SIV, TRDEN		6cm/60ud			
	10									

Nivo podtalnice:

Datum: 13/12/2021  
Nivo: 4,0m

Obdelal:



Pregledal:

Št. lista: 1

Priloga:

Sonda: J-1  
Globina: 0,98 m  
Vrsta: SONDAŽNI IZKOP  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 306,59 m  
Datum vrtanja: 17/11/2021  
Vodja: M.KLASINC, univ. dipl. inž. geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109147  
y: 457996  
z: 306,59  
Merilo: 1 : 50

Objekt:

OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO  
GORO


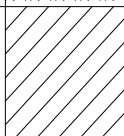
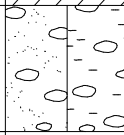
[illegible]



Sonda: J-2  
Globina: 1,95 m  
Vrsta: SONDAŽNI IZKOP  
Namen: PREISKAVA TAL  
Kota vrha: 304,89 m  
Datum vrtanja: 17/11/2021  
Vodja: M.KLASINC, univ. dipl. inž. geol.

DN: 2007110  
Karta:  
List:  
x: 109033  
y: 457998  
z: 304,89  
Merilo: 1 : 50

Objekt:  
  
OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO

N A C I N	G L O B I N A	K L A S I F I K A C I J A		S T A R O S T	L I T O L O Š K I O P I S	V Z O R E C	T E R E N S K E I N L A B. R A Z I S K A V E			
		G E O L O Š K I P R O F I L	A C				N/P	R P	τ	O P O M B E
z a b i j a l n o  i n  r o t a c i j s k o	0,3		HU	Q	TRAVNA RUŠA S HUMUSOM					
	1,15		ML		PEŠČEN MELJ; 65% MELJA, 30% DROBNEGA PESKA, 5% DROBNIH PRODNIKOV					
			GP/GM		PEŠČENO MELJAST PROD; 55% PRODA, 25% MELJA, 20% PESKA					
	1,95									

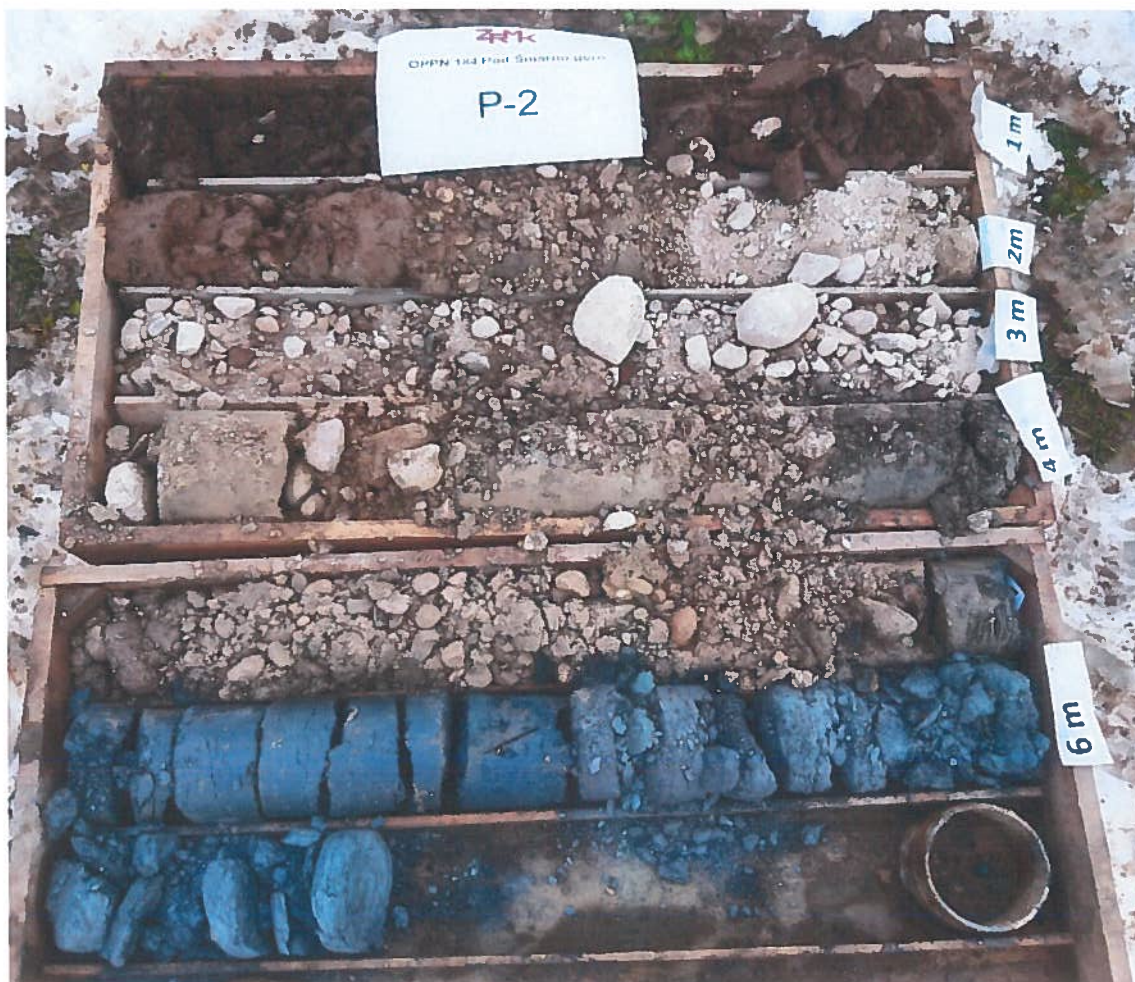


Slika 1: Sondažna vrtina P-1 (0,0 m – 4,0 m)



Slika 2: Sondažna vrtina P-1 (4,0 m – 8,0 m)





Slika 3: Sondažna vrtina P-2 (0,0 m – 7,0 m)



Slika 4: Sondažna vrtna V-3 (0,0 m – 6,0 m)





Slika 5: Sondažna vrtina V-4 (0,0 m – 4,0 m)



Slika 6: Sondažna vrtina V-4 (4,0 m – 8,0 m)





Slika 7: Sondažna vrtina V-4 (8,0 m – 12,0 m)





Slika 8: Sondažna vrtina V-5 (0,0 m – 4,0 m)



Slika 9: Sondažna vrtina V-5 (4,0 m – 8,0 m)





Slika 10: Sondažna vrtna V-5 (8,0 m – 12,0 m)



Slika 11: Sondažna vrtna V-5A (0,0 m – 3,0 m)





Slika 12: Sondažna vrtna V-6 (0,0 m – 4,0 m)



Slika 13: Sondažna vrtna V-6 (4,0 m – 10,0 m)





Slika 14: Sondažna vrtina V-7 (0,0 m – 4,0 m)



Slika 15: Sondažna vrtina V-7 (4,0 m – 7,0 m)





Slika 16: Sondažna vrtna V-8 (0,0 m – 4,0 m)



Slika 17: Sondažna vrtna V-8 (4,0 m – 10,0 m)





Slika 1: Sondažni izkop J-1 (0,0 m – 0,98 m)



Slika 2: Sondažni izkop J-2 (0,0 m – 1,95 m)

## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **T.1.3 REZULTATI SPT MERITEV**

p-1	z [m]	AC	P [cm]	Nspt	$\sigma'v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60	N1(60)	ld %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test														
	2,0	SM		4	38	0,75	1.334	1,45		5,80	26,20	32,62			14,16	RA
	4,0	GP		13	79	0,75	1.334	1,12		14,53	46,53	34,65			24,64	SGO
	6,0	GP		18	101	0,85	1.334	1,00		20,31	56,72	35,67			21,17	SGO
	8,0	mej.	8,0		137	0,95	1.334	0,84		0,00			srednja penetrabilnost			

P-Z	z [m]		AC	P [cm]	Nspt	σ'v [kPa]	λ	k60	Cn [kPa/100]	P60		N1(60)	Id %	φ [ ° ]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
										z_test								
	2,0	2,0	GP		15	40	0,75	1,334	1,43			21,44	58,72	35,87			22,53	SGO
	4,0	3,0	GP		17	61	0,75	1,334	1,24			21,13	58,17	35,82			22,15	SGO
	6,0	6,0	mej.	9,0		108	0,85	1,334	0,96			0,00			visoka penetrabilnost			

V-3	z [m]		AC	P [cm]	Napt	$\sigma'v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60		N1(G0)	Id %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test																
	2,0	2,0	GM		9	39,4	0,75	1,334	1,43			12,92	43,68	34,37			22,70	SGO
	4,0	4,0	mej.	6,0		86,2	0,75	1,334	1,07			0,00						
	6,0	6,0	mej.	2,0		136,2	0,85	1,334	0,85			0,00						

V-4	z [m]		AC	P [cm]	N <sub>opt</sub>	σ'v [kPa]	λ	k <sub>60</sub>	C <sub>n</sub> [kPa/100]	p <sub>60</sub>		N <sub>i(60)</sub>	I <sub>d</sub> %	φ [°]	qu [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test															
	2,0	2,0	ML/CL		11	38	0,75	1,334	1,45			15,95			239,25	15,94	PT
	4,0	4,0	GP		7	78,8	0,75	1,334	1,12			7,83	34,34			16,60	RA
	6,0	6,0	GP		13	100,8	0,85	1,334	1,00			14,68	46,79			24,82	SGO
	8,0	8,0	mej.	12,0		135,4	0,95	1,334	0,85			0,00		visoka penetrabilnost			
	10,0	10,0	mej.	9,0		170	0,95	1,334	0,74			0,00		visoka penetrabilnost			

V-5	z [m]		AC	P [cm]	Nspt	$\sigma'_v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60	N1(60)	Id %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test															
	2,0	2,0	GP		17	41,2	0,75	1,334	1,42		24,09	63,40	36,51			25,71	S60
	4,0	4,0	GP		15	83,2	0,75	1,334	1,09		16,38	49,79	34,98			16,46	S60
	6,0	6,0	GM/GP		19	121,2	0,85	1,334	0,90		19,48	55,26	35,53			20,18	S60
	8,0	8,0	meli.	13,0		160	0,95	1,334	0,77		0,00			visoka penetrabilnost			
	10,0	10,0	meli.	10,0		210	0,95	1,334	0,65		0,00			visoka penetrabilnost			



	12,0	12,0	12,0	8,0	260	1,00	1,334	0,56	0,00	srednja penetrabilnost				
--	------	------	------	-----	-----	------	-------	------	------	------------------------	--	--	--	--

V-5A	z [m]	AC		P [cm]	Nspt	$\sigma'_v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60	N1(60)	Id %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test															
	2,5	2,5	GP		22	49,9	0,75	1,334	1,33		29,37	70,14	37,52			32,04	GO

V-6	z [m]	AC		P [cm]	Nspt	$\sigma'_v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60	N1(60)	Id %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test															
	2,0	2,0	GP		8	40,6	0,75	1,334	1,42		11,39	40,97	34,10			20,86	SGO
	4,0	4,0	GP		17	82,6	0,75	1,334	1,10		18,63	53,76	35,38			19,16	SGO
	6,0	6,0	GM		19	118,6	0,85	1,334	0,91		19,71	55,67	35,57			20,45	SGO
	8,0	8,0	mej.	11,0		163	0,95	1,334	0,76		0,00	visoka penetrabilnost					
	10,0	10,0	mej.	8,0		213	0,95	1,334	0,64		0,00	srednja penetrabilnost					

V-7	z [m]	AC		P [cm]	Nspt	$\sigma'_v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60	N1(60)	Id %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test															
	2,0	2,0	GP/GM		20	40	0,75	1,334	1,43		28,59	69,22	37,38			31,10	GO
	4,0	4,0	GP/GM		16	82	0,75	1,334	1,10		17,59	51,93	35,19			17,91	SGO
	6,0	6,0	mej.	6,0		130	0,85	1,334	0,87		0,00	srednja penetrabilnost					

V-8	z [m]	AC		P [cm]	Nspt	$\sigma'_v$ [kPa]	$\lambda$	k60	Cn [kPa/100]	P60	N1(60)	Id %	$\phi$ [°]	qu [kPa]	su [kPa]	E [MPa]	gostotno stanje
		z_test															
	2,0	2,0	GM/GP		16	40,4	0,75	1,334	1,42		22,80	61,12	36,17			24,16	SGO
	4,0	4,0	GP		18	82,4	0,75	1,334	1,10		19,75	55,73	35,57			20,50	SGO
	6,0	6,0	GP		13	104,4	0,85	1,334	0,98		14,42	46,34	34,63			24,51	SGO
	7,0	7,0	mej.		20	122,4	0,95	1,334	0,90		22,79	61,11	36,17			24,15	SGO
	8,0	8,0	mej.	8,0		147,4	0,95	1,334	0,81		0,00	srednja penetrabilnost					
	10,0	10,0	mej.	6,0		197,4	0,95	1,334	0,67		0,00	srednja penetrabilnost					

enota	opis		avtor	leto
Id	indeks gostote		Skempton	1986
$\phi$	strižni kot		Skempton	1986
qu	enoosna tl. trdnost-informativna vrednost		Terzaghi&Peck	1946
cu	nedrenirana st. trdnost-informativna vrednost		Terzaghi&Peck	1946
E	modul elastičnosti		Begemann	1974

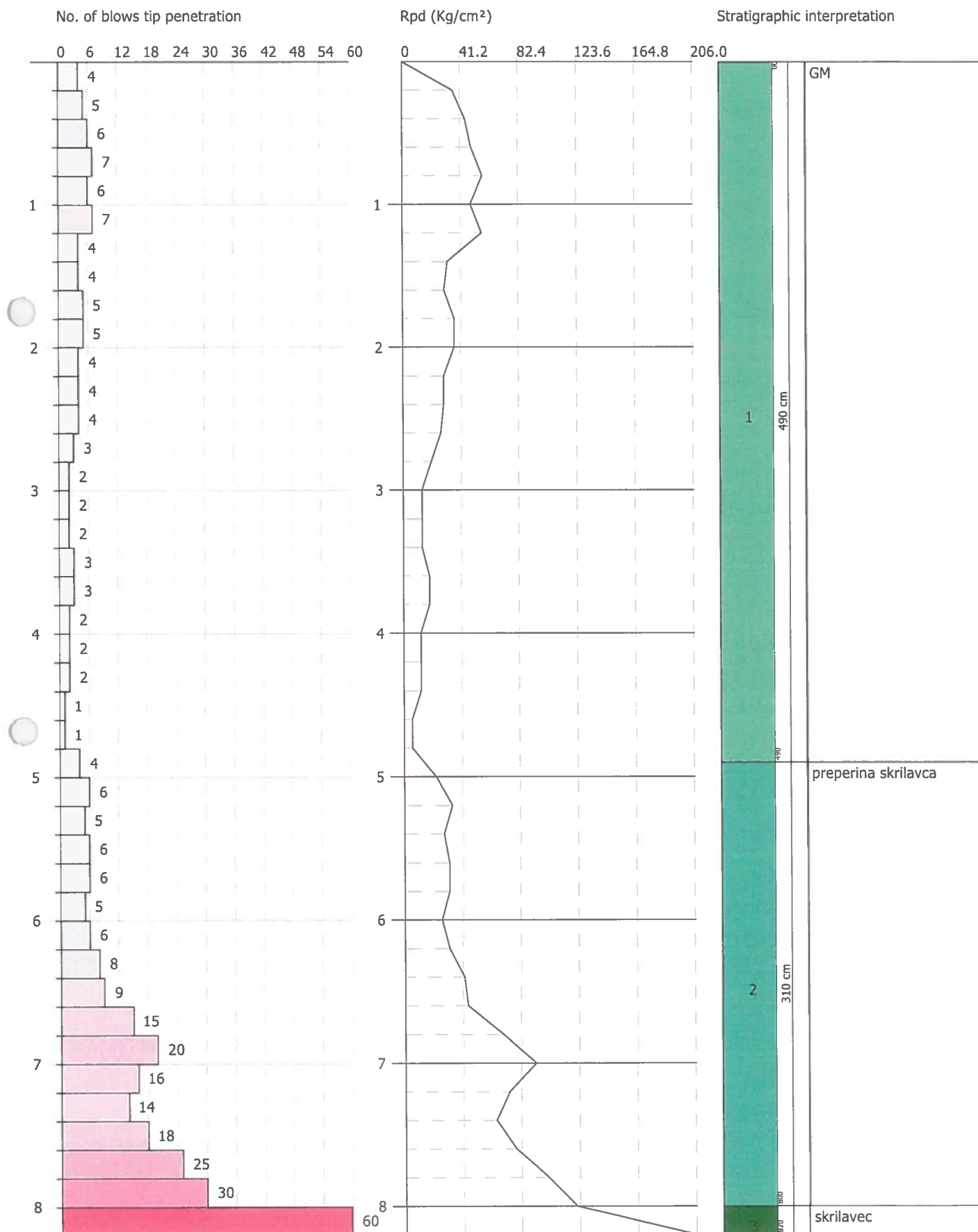
## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **T.1.4 REZULTATI PREISKAV S TEŽKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM**

Equipment used... DPSH TG 63-200 PAGANI

Customer: DEMA PLUS Ljubljana  
Description: Preiskave za OPPN Tacen  
Location: Tacen

27-09-2021



## ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DP-1

### COHESIONLESS SOILS

#### Relative density

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Relative density (%)
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Gibbs & Holtz 1957	19.76
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Gibbs & Holtz 1957	32.75
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Gibbs & Holtz 1957	67.57

#### Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Sowers (1961)	29.51
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Sowers (1961)	32.96
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Sowers (1961)	52.7

#### Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Bowles (1982) Sabbia Media	163.65
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Bowles (1982) Sabbia Media	516.00

#### Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38.54
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	63.88

Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	208.63
------------------------	-------	-----------	-------	---	--------

#### AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Classification A.G.I	SLIGHTLY THICKENED
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Classification A.G.I	MODERATELY THICKENED
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Classification A.G.I	VERY THICKENED

#### Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (t/m <sup>3</sup> )
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Meyerhof et al.	1.56
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Meyerhof et al.	1.95
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Meyerhof et al.	2.50

#### Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	(A.G.I.)	0.34
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	(A.G.I.)	0.32
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	(A.G.I.)	0.17

#### Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	5.39	0.00-4.90	5.39	Ohsaki (Sabbie pulite)	316.67
Layer (2) preperina skrilavca	17.73	4.90-8.00	17.73	Ohsaki (Sabbie pulite)	969.84
Layer (3) skrilavec	88.20	8.00-8.20	88.20	Ohsaki (Sabbie pulite)	4381.81



GI ZRMK d.o.o.

Izvajalec meritve: Matej Klančičar & Urban Repič

Obdelovalec meritve: Urban Repič mag. inž. ok. grad.

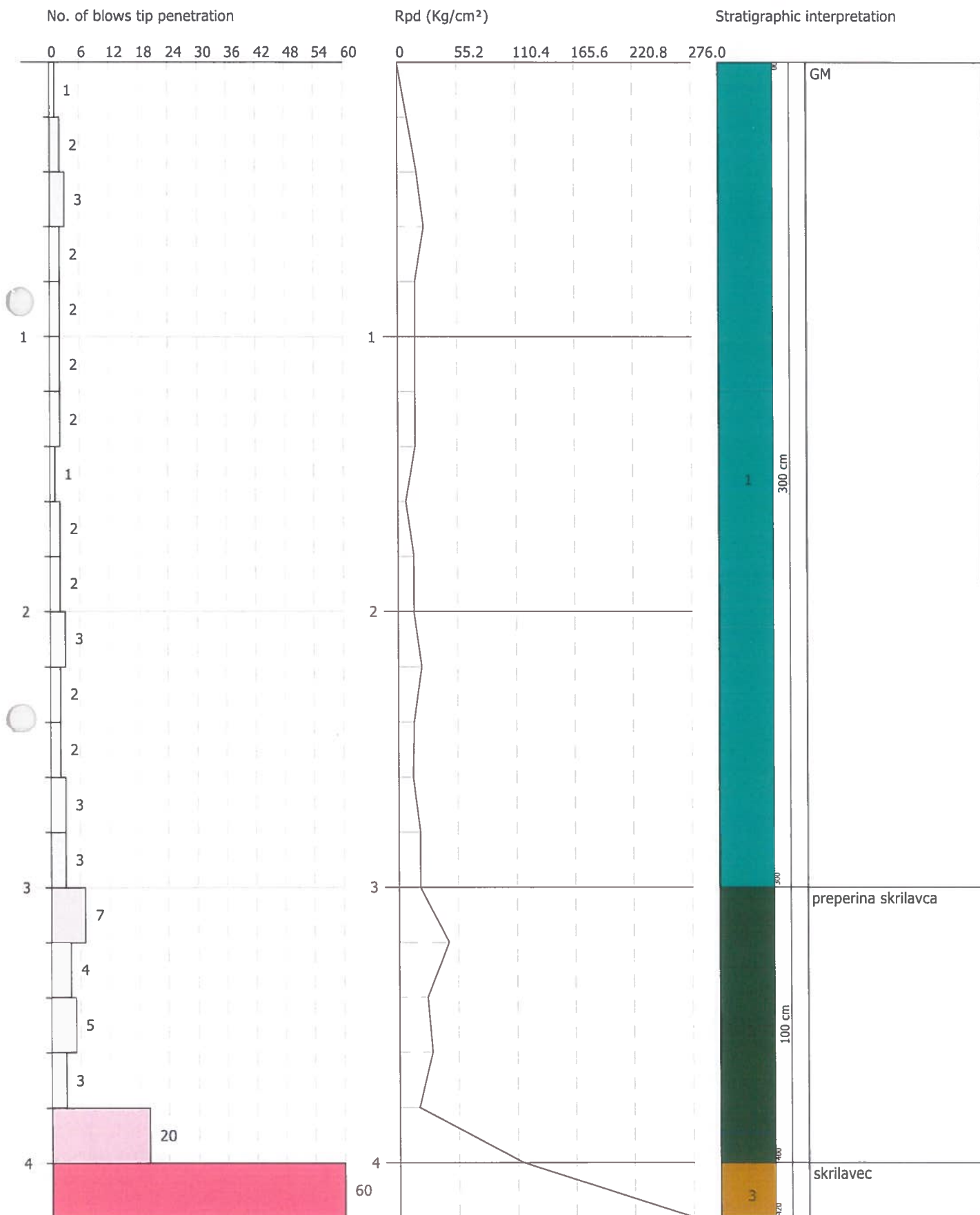
Vrednotenje meritev s težkim dinamičnim penetrometrom - DPSH. po EN 150 22476-2:2005 ter 51ST EN 1997-2:2007

# DYNAMIC PENETRATION TEST DP-2

Equipment used... DPSH TG 63-200 PAGANI

Customer: DEMA PLUS Ljubljana  
Description: Preiskave za OPPN Tacen  
Location: Tacen

18-10-2021





## ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DP-2

### COHESIONLESS SOILS

#### Relative density

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Relative density (%)
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Gibbs & Holtz 1957	13.24
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Gibbs & Holtz 1957	31.04
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	Gibbs & Holtz 1957	80.45

#### Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Sowers (1961)	28.88
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Sowers (1961)	31.21
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	Sowers (1961)	52.7

#### Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Bowles (1982) Sabbia Media	132.35
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	Bowles (1982) Sabbia Media	516.00

#### Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33.89
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	51.02
Layer (3)	88.20	4.00-4.20	88.20	Begemann 1974	208.63

skrilavec				(Ghiaia con sabbia)
-----------	--	--	--	------------------------

#### AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Classification A.G.I	LOOSE
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Classification A.G.I	MODERATELY THICKENED
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	Classification A.G.I	VERY THICKENED

#### Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (t/m <sup>3</sup> )
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Meyerhof et al.	1.46
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Meyerhof et al.	1.78
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	Meyerhof et al.	2.50

#### Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	(A.G.I.)	0.35
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	(A.G.I.)	0.33
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	(A.G.I.)	0.17

#### Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	3.13	0.00-3.00	3.13	Ohsaki (Sabbie pulite)	189.99
Layer (2) preperina skrilavca	11.47	3.00-4.00	11.47	Ohsaki (Sabbie pulite)	644.03
Layer (3) skrilavec	88.20	4.00-4.20	88.20	Ohsaki (Sabbie pulite)	4381.81



GI ZRMK d.o.o.

Izvajalec meritve: Matej Klančičar & Urban Repič

Obdelovalec meritve: Urban Repič mag. inž. ok. grad.

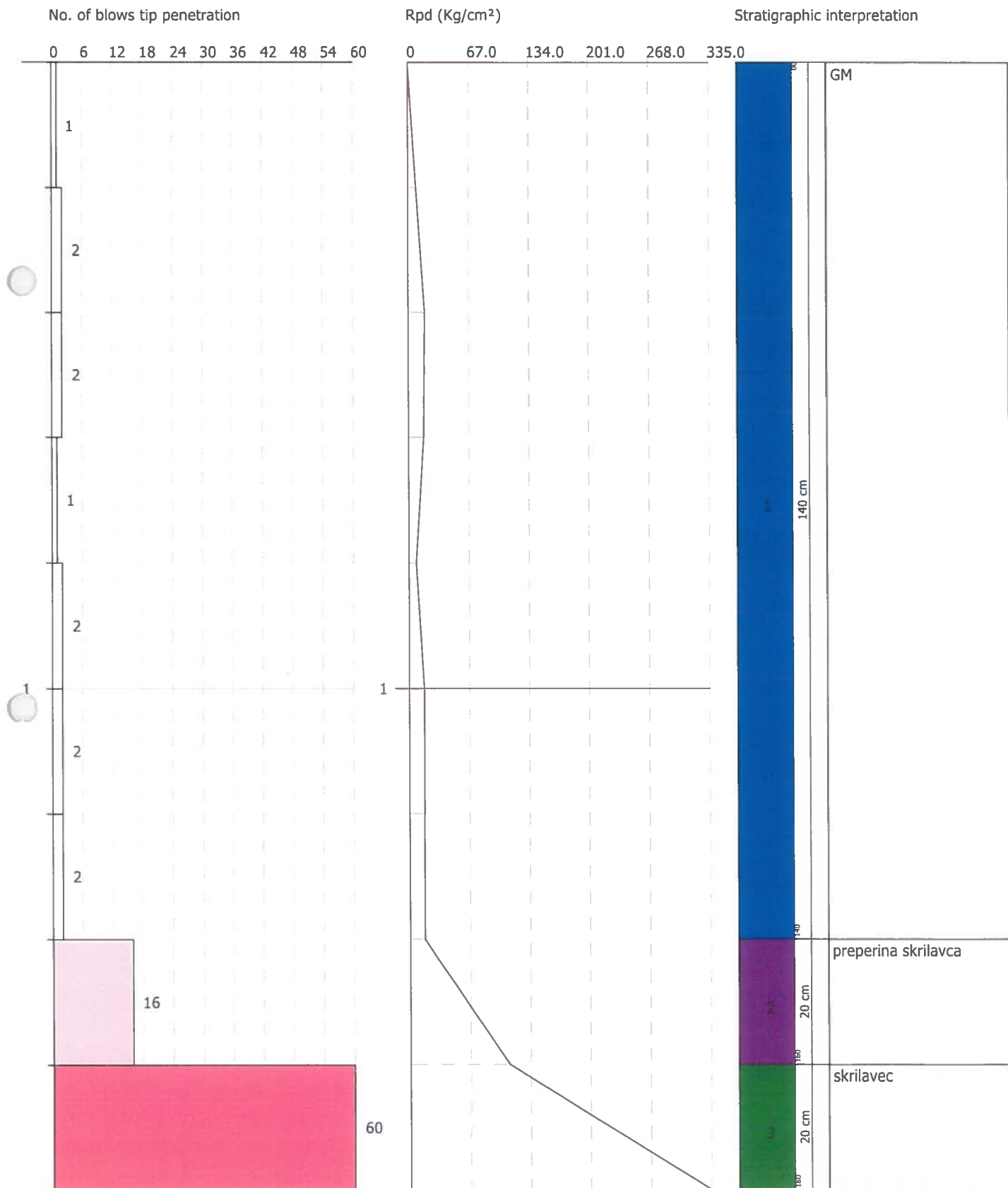
Vrednotenje meritev s težkim dinamičnim penetrometrom - DPSH. po EN 150 22476-2:2005 ter 51ST EN 1997-2:2007

# DYNAMIC PENETRATION TEST DP-3

Equipment used... DPSH TG 63-200 PAGANI

Customer: DEMA PLUS Ljubljana  
Description: Preiskave za OPPN Tacen  
Location: Tacen

27-09-2021



## ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DP-3

### COHESIONLESS SOILS

#### Relative density

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Relative density (%)
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Gibbs & Holtz 1957	12.17
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Gibbs & Holtz 1957	54.55
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	Gibbs & Holtz 1957	92.24

#### Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Sowers (1961)	28.7
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Sowers (1961)	34.59
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	Sowers (1961)	52.7

#### Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Bowles (1982) Sabbia Media	192.60
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	Bowles (1982) Sabbia Media	516.00

#### Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32.62
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	75.78
Layer (3)	88.20	1.60-1.80	88.20	Begemann 1974	208.63



skrilavec				(Ghiaia con sabbia)	
-----------	--	--	--	------------------------	--

#### AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Classification A.G.I	LOOSE
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Classification A.G.I	MODERATELY THICKENED
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	Classification A.G.I	VERY THICKENED

#### Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (t/m <sup>3</sup> )
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Meyerhof et al.	1.43
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Meyerhof et al.	2.06
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	Meyerhof et al.	2.50

#### Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	(A.G.I.)	0.35
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	(A.G.I.)	0.31
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	(A.G.I.)	0.17

#### Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	2.51	0.00-1.40	2.51	Ohsaki (Sabbie pulite)	154.39
Layer (2) preperina skrilavca	23.52	1.40-1.60	23.52	Ohsaki (Sabbie pulite)	1264.92
Layer (3) skrilavec	88.20	1.60-1.80	88.20	Ohsaki (Sabbie pulite)	4381.81



GI ZRMK d.o.o.

Izvajalec meritve: Matej Klančičar & Urban Repič

Obdelovalec meritve: Urban Repič mag. inž. ok. grad.

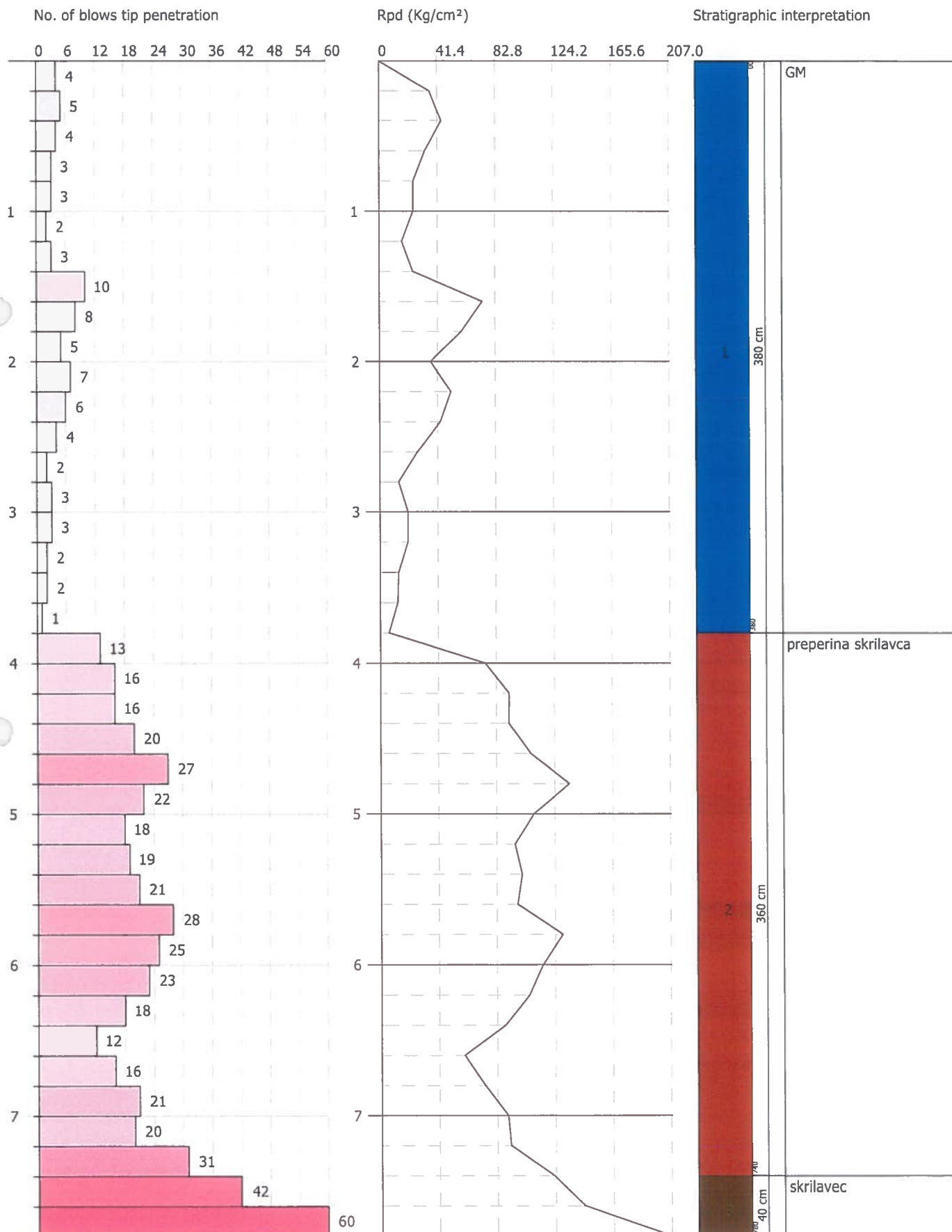
Vrednotenje meritev s težkim dinamičnim penetrometrom - DPSH. po EN 150 22476-2:2005 ter 51ST EN 1997-2:2007

# DYNAMIC PENETRATION TEST DP-4

Equipment used... DPSH TG 63-200 PAGANI

Customer: DEMA PLUS Ljubljana  
Description: Preiskave za OPPN Tacen  
Location: Tacen

27-09-2021





## ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DP-4

### COHESIONLESS SOILS

#### Relative density

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Relative density (%)
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Gibbs & Holtz 1957	23.16
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Gibbs & Holtz 1957	46.13
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	Gibbs & Holtz 1957	64.08

#### Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Sowers (1961)	29.67
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Sowers (1961)	36.37
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	Sowers (1961)	48.99

#### Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Bowles (1982) Sabbia Media	224.45
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	Bowles (1982) Sabbia Media	449.85

#### Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39.69
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	88.86
Layer (3)	74.97	7.40-7.80	74.97	Begemann 1974	181.46

skrilavec				(Ghiaia con sabbia)
-----------	--	--	--	---------------------

#### AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Classification A.G.I	SLIGHTLY THICKENED
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Classification A.G.I	MODERATELY THICKENED
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	Classification A.G.I	VERY THICKENED

#### Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (t/m³)
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Meyerhof et al.	1.58
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Meyerhof et al.	2.13
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	Meyerhof et al.	2.49

#### Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	(A.G.I.)	0.34
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	(A.G.I.)	0.3
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	(A.G.I.)	0.2

#### Dynamic shear modulus

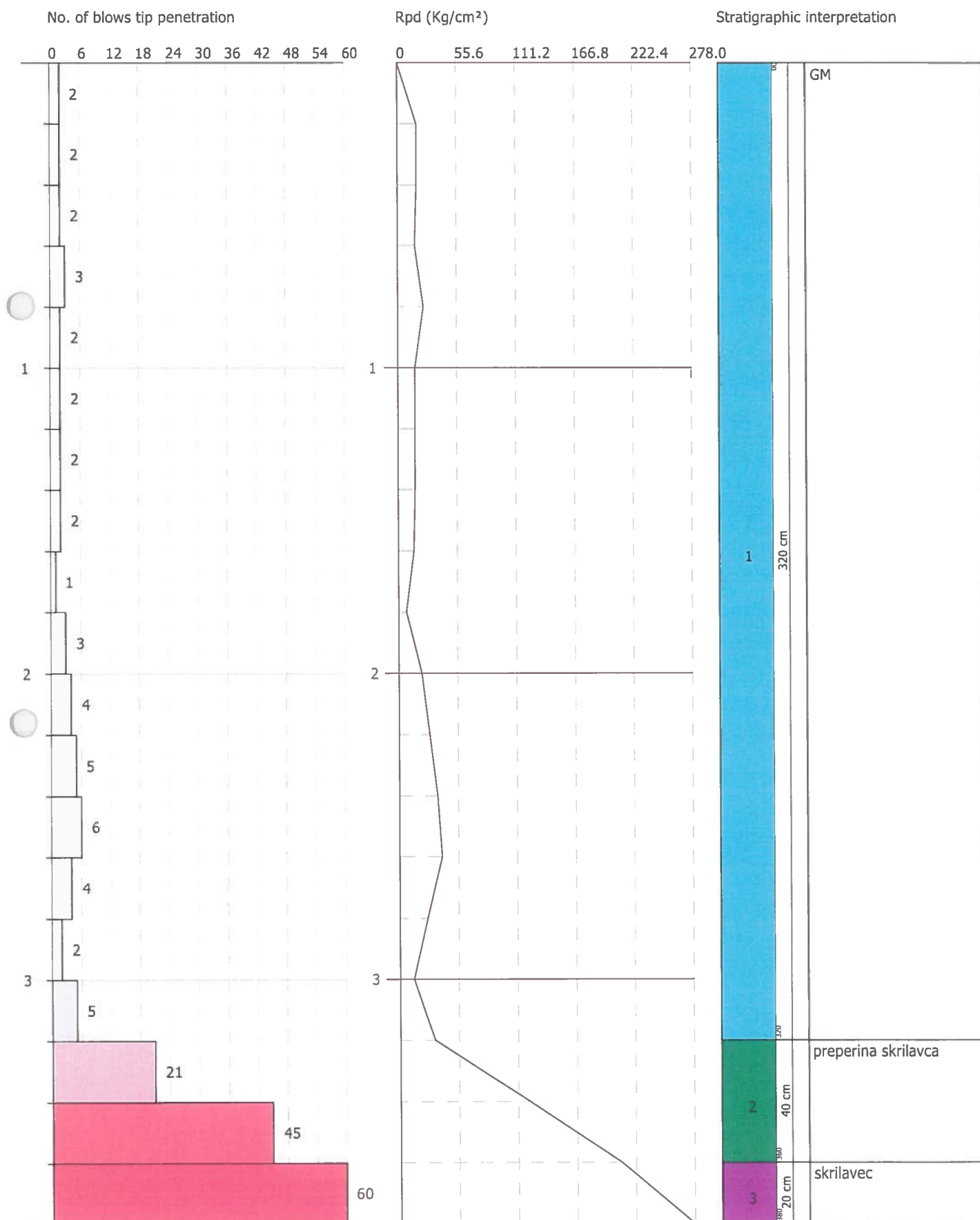
Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Kg/cm²)
Layer (1) GM	5.95	0.00-3.80	5.95	Ohsaki (Sabbie pulite)	347.50
Layer (2) preperina skrilavca	29.89	3.80-7.40	29.89	Ohsaki (Sabbie pulite)	1584.56
Layer (3) skrilavec	74.97	7.40-7.80	74.97	Ohsaki (Sabbie pulite)	3761.04



DYNAMIC PENETRATION TEST DP-5  
Equipment used... DPSH TG 63-200 PAGANI

Customer: DEMA PLUS Ljubljana  
Description: Preiskave za OPPN Tacen  
Location: Tacen

18-10-2021



## ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DP-5

### COHESIONLESS SOILS

#### Relative density

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Relative density (%)
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Gibbs & Holtz 1957	18.35
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Gibbs & Holtz 1957	65.89
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	Gibbs & Holtz 1957	82.3

#### Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Sowers (1961)	29.21
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Sowers (1961)	41.58
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	Sowers (1961)	52.7

#### Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Bowles (1982) Sabbia Media	317.55
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	Bowles (1982) Sabbia Media	516.00

#### Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36.34
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	127.11
Layer (3)	88.20	3.60-3.80	88.20	Begemann 1974	208.63



skrilavec				(Ghiaia con sabbia)	
-----------	--	--	--	------------------------	--

#### AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Classification A.G.I	SLIGHTLY THICKENED
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Classification A.G.I	THICKENED
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	Classification A.G.I	VERY THICKENED

#### Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (t/m <sup>3</sup> )
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Meyerhof et al.	1.51
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Meyerhof et al.	2.23
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	Meyerhof et al.	2.50

#### Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	(A.G.I.)	0.35
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	(A.G.I.)	0.26
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	(A.G.I.)	0.17

#### Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	4.32	0.00-3.20	4.32	Ohsaki (Sabbie pulite)	257.20
Layer (2) preperina skrilavca	48.51	3.20-3.60	48.51	Ohsaki (Sabbie pulite)	2498.01
Layer (3) skrilavec	88.20	3.60-3.80	88.20	Ohsaki (Sabbie pulite)	4381.81





GI ZRMK d.o.o.

Izvajalec meritve: Matej Klančičar & Urban Repič

Obdelovalec meritve: Urban Repič mag. inž. ok. grad.

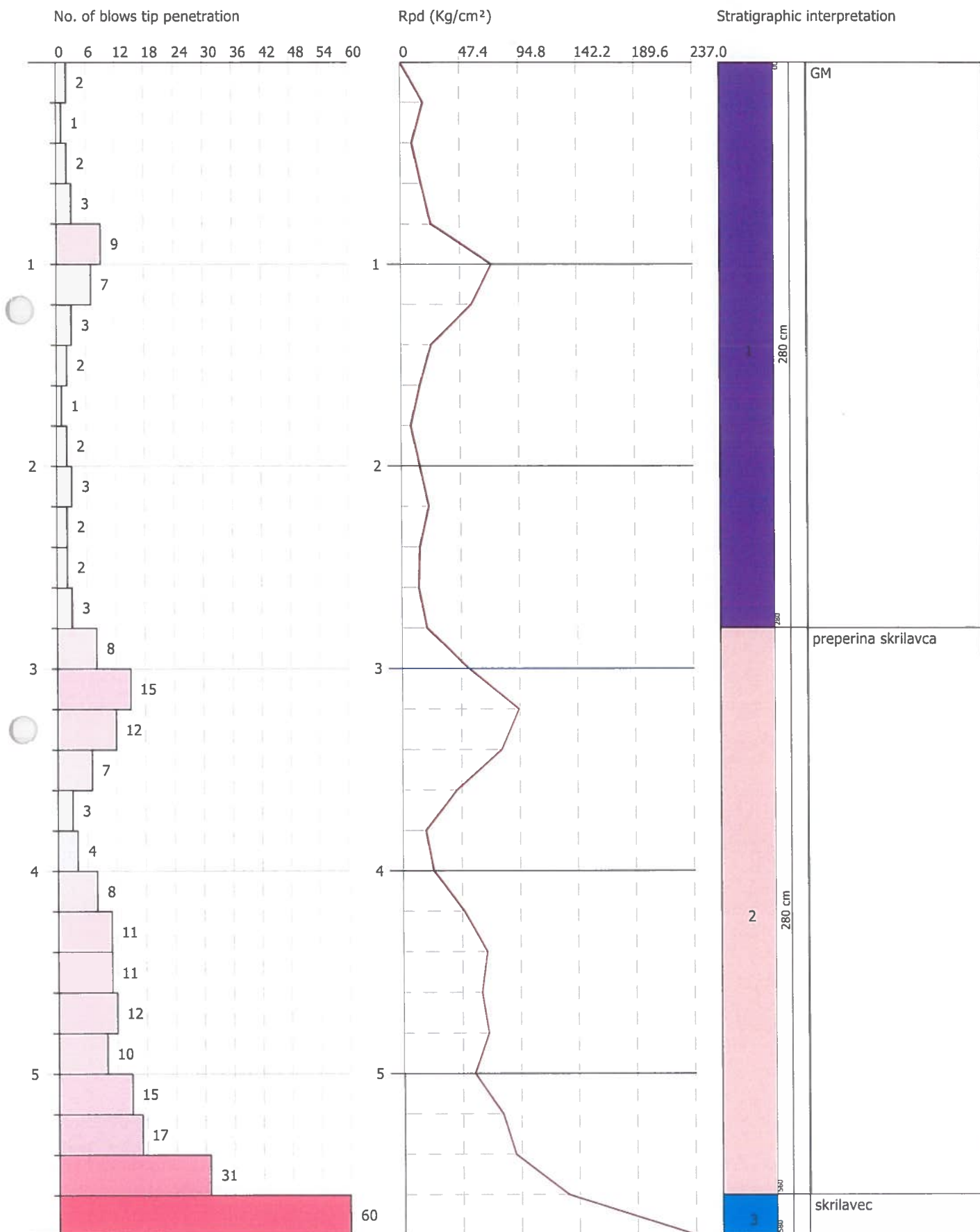
Vrednotenje meritev s težkim dinamičnim penetrometrom - DPSH, po EN 150 22476-2:2005 ter 51ST EN 1997-2:2007

# DYNAMIC PENETRATION TEST DP-6

Equipment used... DPSH TG 63-200 PAGANI

Customer: DEMA PLUS Ljubljana  
Description: Preiskave za OPPN Tacen  
Location: Tacen

18-10-2021



## ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DP-6

### COHESIONLESS SOILS

#### Relative density

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Relative density (%)
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Gibbs & Holtz 1957	24.67
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Gibbs & Holtz 1957	54.55
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	Gibbs & Holtz 1957	100

#### Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Sowers (1961)	29.23
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Sowers (1961)	32.82
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	Sowers (1961)	52.7

#### Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Bowles (1982) Sabbia Media	161.05
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	Bowles (1982) Sabbia Media	516.00

#### Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36.52
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	62.81
Layer (3)	88.20	5.60-5.80	88.20	Begemann 1974	208.63

skrilavec				(Ghiaia con sabbia)	
-----------	--	--	--	------------------------	--

#### AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	AGI Classification (Assoc. It. Geolog.)
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Classification A.G.I	SLIGHTLY THICKENED
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Classification A.G.I	MODERATELY THICKENED
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	Classification A.G.I	VERY THICKENED

#### Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (t/m <sup>3</sup> )
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Meyerhof et al.	1.51
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Meyerhof et al.	1.93
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	Meyerhof et al.	2.50

#### Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	(A.G.I.)	0.34
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	(A.G.I.)	0.32
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	(A.G.I.)	0.17

#### Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Layer (1) GM	4.41	0.00-2.80	4.41	Ohsaki (Sabbie pulite)	262.23
Layer (2) preperina skrilavca	17.21	2.80-5.60	17.21	Ohsaki (Sabbie pulite)	943.08
Layer (3) skrilavec	88.20	5.60-5.80	88.20	Ohsaki (Sabbie pulite)	4381.81

## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **T.1.5 LABORATORIJSKE PREISKAVE**



Geoteknične, geološke in geofizikalne raziskave,  
projektniranje, svetovanje in izvajanje

Številka poročila: 82017-lab309/21-AK

**Prelednica št.:**

[illegible]

© - SIST EN ISO 14888-2 2010.

Arjiv



**GEOINŽENIRING d.o.o.**  
Geotehnične, geodetske in geofizikalne raziskave,  
projektiranje, svetovanje in inženiring  
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana  
tel.: 01/234 55 00  
e.p.: [info@geo-inz.si](mailto:info@geo-inz.si)

**Objekt: OPPN Šmarna gora**  
**Naročnik: GI ZRMK d.o.o.**  
**DN: 82017**  
**Datum poročila: 29.12.2021**  
**Številka poročila: 82017-lab309/21-AK**

Preglednica št.: 2

### PREGLJEDNICA REZULTATOV PREISKAV GEOTEHNIČNIH PARAMETROV ZEMLJIN IN HRIBIN

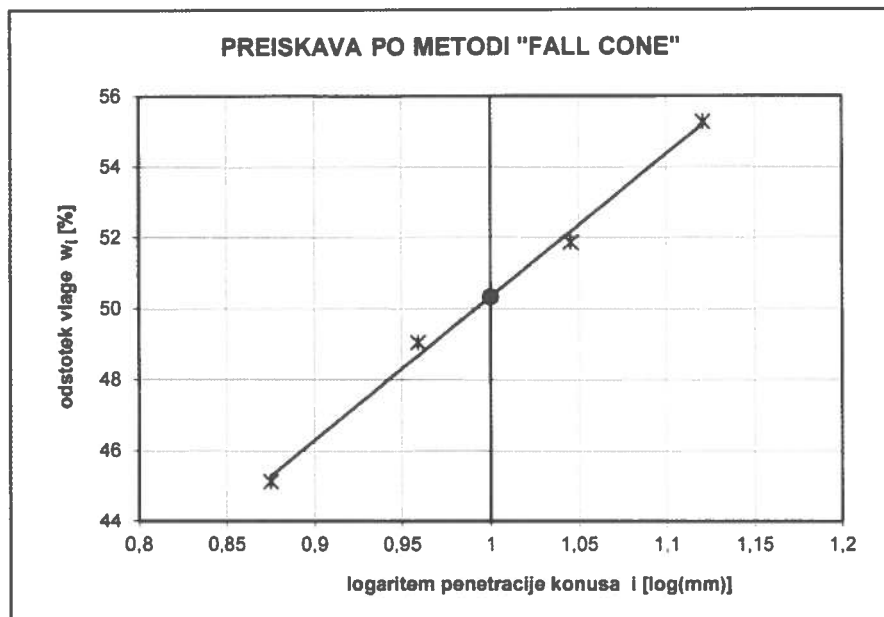
Vzorec					Klasifikacija vzorca SIST (ACUSCS)	Visga narav.	Gostota		Konsistentne meje					Zrnavost					MB	Proctor		CBR		Trdnost kamnine																						
ši vzorca	PROG PREISK	Oznaka vrline / jaska	Datum odvzema	Interval globine			γ <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	p (Mg/m <sup>3</sup> )	D <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	Suha	Plast	Želk	Indeks plast	Indeks kona	enoč il I <sub>rn</sub>	koef enak	koef ukriv	mali, glina		VDP Hazen (izračun)	VDP USBR (izračun)	meščen modro	opt. visga	max. goat	CBR 1	CBR 2	Ind ločkovne I <sub>rn</sub>	Elvov enoos I <sub>rn</sub>	Enoos. il I <sub>rn</sub> .	Natezna I <sub>rn</sub> - brazilsku test																
																															W (%)	γ <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	W <sub>opt</sub> (%)	W <sub>max</sub> (%)	CBR 1	CBR 2	Ind ločkovne I <sub>rn</sub>	Elvov enoos I <sub>rn</sub>	Enoos. il I <sub>rn</sub> .	Natezna I <sub>rn</sub> - brazilsku test
																															1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GI-21-1273	309/21	V-4	12.11.21	7.40-7.60																																										
GI-21-1274	309/21	V-5	15.11.21	2.30-2.80	cGr (GM-GW)																																									

1 - SIST EN ISO 14688-2:2018, 2 - SIST EN ISO 17892-1:2015, 3 - SIST EN ISO 17892-3:2016, 4 - SIST EN ISO 17892-2:2015, 5 - SIST EN ISO 17892-4:2017, 6 - SIST EN ISO 17892-5:2017, 7 - SIST EN 633-9:2009+A1:2013, 8 - SIST EN 13286-2:2010 + AC:2013, 9 - SIST EN 13286-4:2012, 10 - ASTM D 5731-95, 11 - SIST EN 1926:2007

*GeoInženiring*  
d.o.o.  
Ljubljana

**DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)**

SIST EN ISO 17892-12:2018



Št. vzorca:	GI-21-1270
objekt:	OPPN Šmarna gora
vrtna:	V-3
globina:	0,30-0,70
datum:	21.12.2021
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

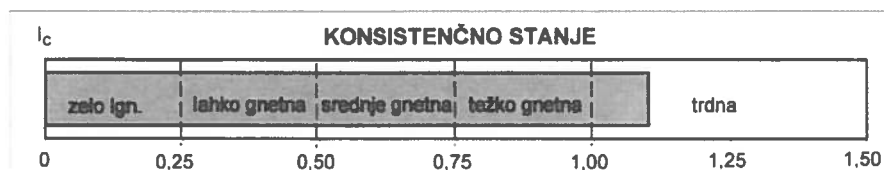
naravna vlaga	
w [%]:	26.3

meja plastičnosti	
w <sub>P</sub> [%]:	28

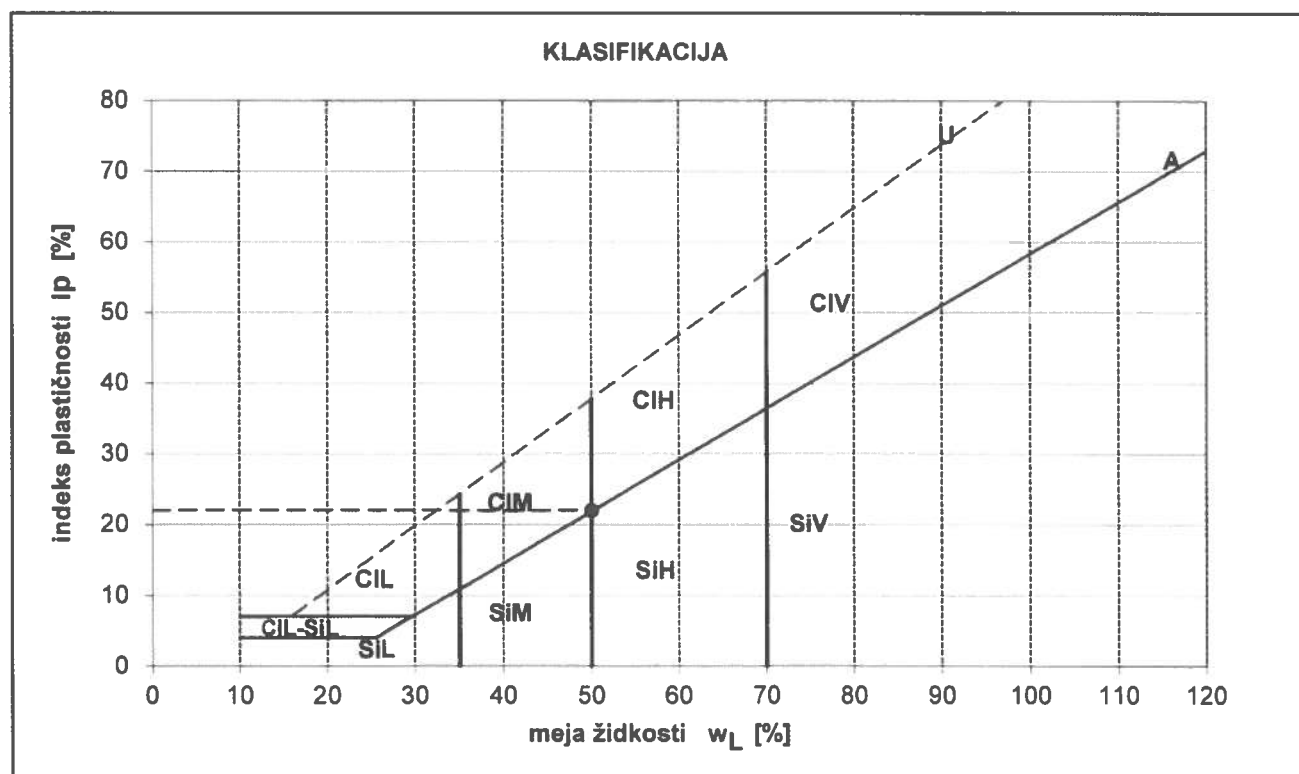
meja židkosti	
w <sub>L</sub> [%]:	50

indeks plastičnosti	
I <sub>p</sub> [%]:	22

indeks konsistence	
I <sub>c</sub> :	1,1



Klasifikacija: CIM/CIH, trdne kons.



Obdelal: M. Sambolić

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 29.12.2021

Anaj



priloga:

**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

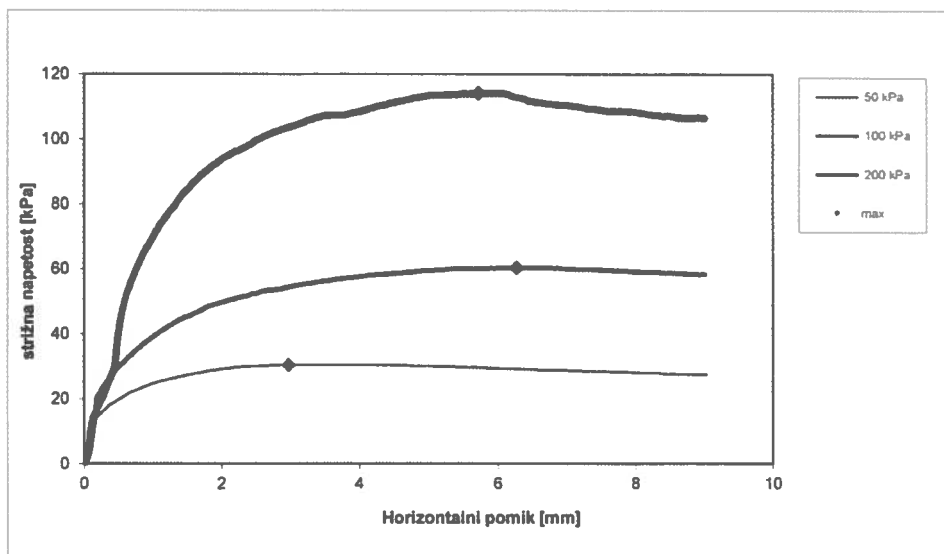
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-21-1270
Lokacija	OPPN Šmarna gora
Vrtina	V-3
Začetna globina [m]	0,30
Končna globina [m]	0,70
Začetek preiskave	9. 12. 2021
Klasifikacija vzorca	CIM/CLH, trdne kons.
Opomba	vzorec intakten preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112

Podatki preizkušancev					
Naravna vlažnost [%]	28,90				
Naravna gostota [Mg/m <sup>3</sup> ]	1,90				
Suha gostota [Mg/m <sup>3</sup> ]	1,47				
Gostota zrnja (ocenjena) [Mg/m <sup>3</sup> ]	2,7				
Količnik por	0,832				
Stopnja zasičenosti [%]	93,8				
Normalna napetost [kPa]	50	100	200		
Začetna višina [mm]	20	20	20		
Površina [mm <sup>2</sup> ]	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi [%]	28,26	27,86	26,21		

hitrost striženja [mm/min]	0,008
----------------------------	-------

Podatki porušitve					
Normalna napetost [kPa]	50	100	200		
Strižna nap. pri porušitvi [kPa]	30,5	60,4	114,3		
Hor. pomik pri porušitvi [mm]	2,976	6,260	5,711		
Viš. vzorca pri porušitvi [mm]	19,264	18,543	18,150		
Končna strižna nap. [kPa]	27,4	58,3	106,5		
Končni hor. pomik [mm]	9,035	9,017	9,011		
Končna viš. vzorca [mm]	19,181	18,487	18,112		

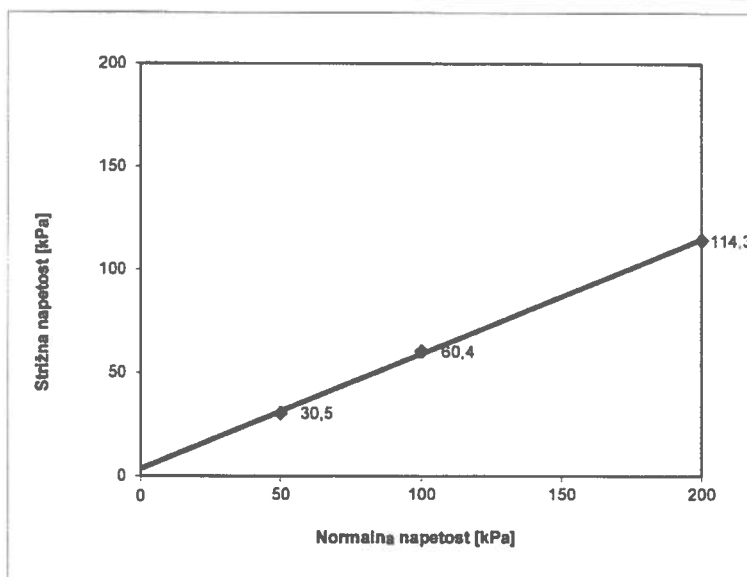
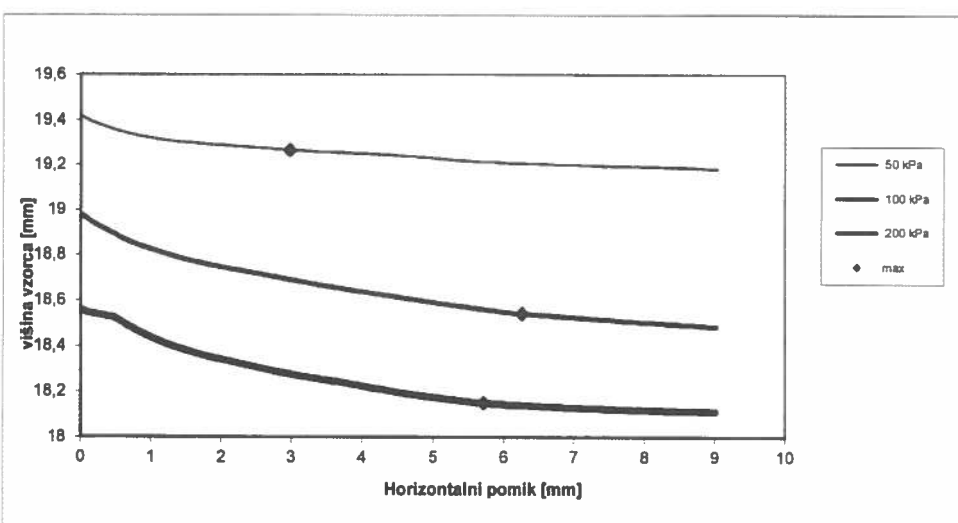




**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-21-1270
Lokacija	OPPN Šmarna gora
Vrtina	V-3
Začetna globina	[m] 0,30
Končna globina	[m] 0,70
Začetek preiskave	9. 12. 2021
Klasifikacija vzorca	CIM/CLH, trdne kons.
Opomba	vzorec intakten preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112



Rezultati		
strižni kot	[°]	29,1
kohezija	[kPa]	3,5

obdelal: B. Sajovic  
pregledal: A. Kovačič  
datum: 29.12.2021



**EDOMETERSKI PRESKUS  
S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM**  
SIST EN ISO 17892-5:2017

št.obr. LAB-015

Geoinženiring  
d.o.o.

Dimičeva 14

št. vzorca: **GI-21-1270**

**LOKACIJA:** OPPN Šmarna gora

**D.N.:** 82017

**VRTINA:** V-3

**ZAČETEK PREISKAVE:** 09.12.21

**GLOBINA:** 0,3-0,7m

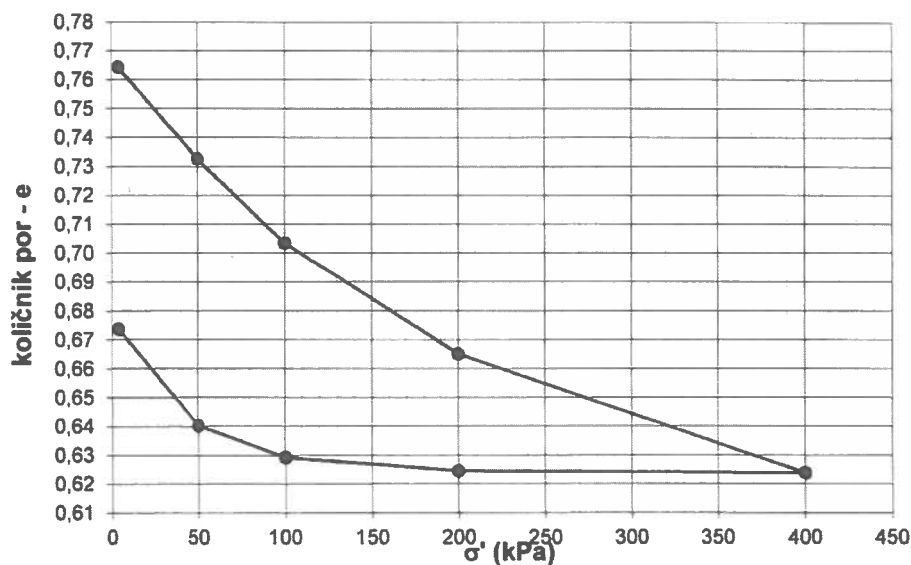
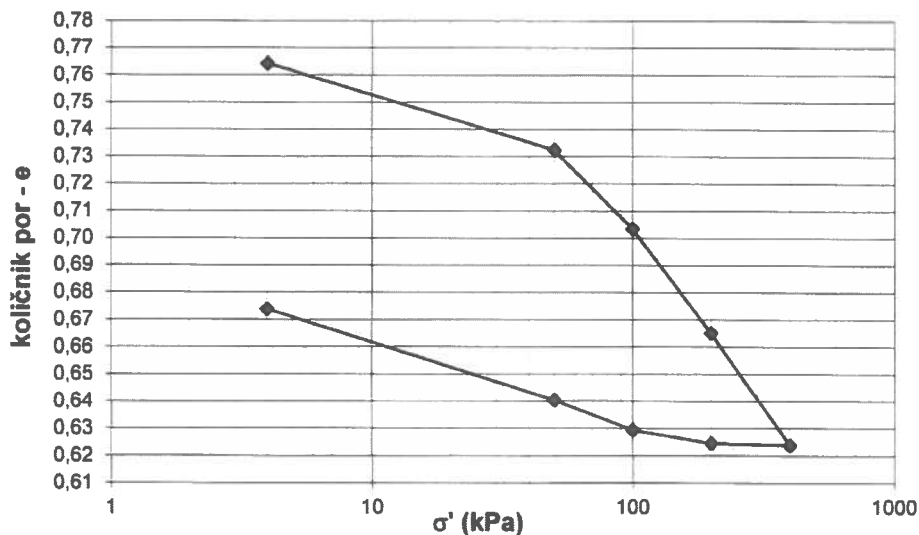
**OPOMBA:** preplavljeno pri 50 kPa

**OPIS ZEMLJINE:** CIM/SiM, s pos.vl.grušča, trdne kons.

aparāt: 3  
višina vzorca: 20 mm  
premer vzorca: 70,0 mm  
 $S_r$  pred: 96,8 %  
 $S_r$  po: 104,5 %

ocenjena/merjena gostota zrn  $\rho_s$ : 2,70 t/m<sup>3</sup>  
vlaga vzorca pred preiskavo: 27,4 %  
vlaga vzorca po preiskavi: 26,1 %  
gostota  $\rho$ : 1,95 t/m<sup>3</sup>  
suha gostota  $\rho_d$ : 1,53 t/m<sup>3</sup>

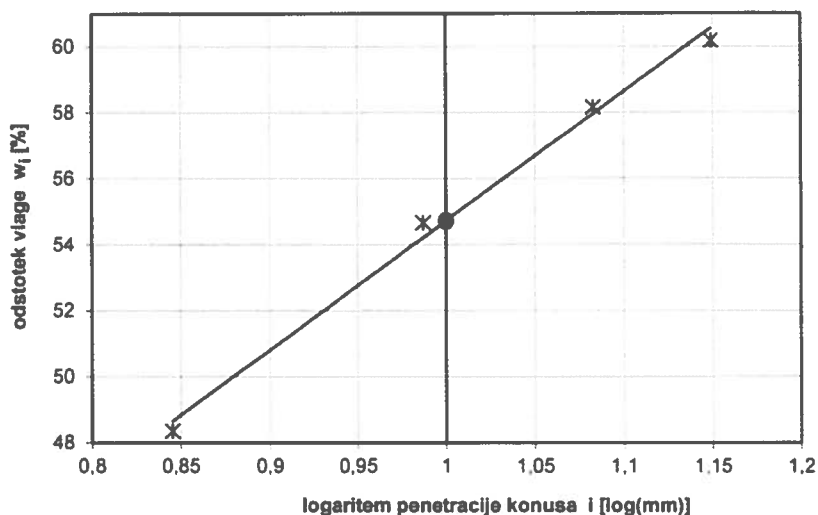
**KRIVULJA STISLJIVOSTI**





**DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)**

SIST EN ISO 17892-12:2018

**PREISKAVA PO METODI "FALL CONE"**

Št. vzorca:	GI-21-1271
objekt:	OPPN Šmarna gora
vertina:	V-4
globina:	0,70-1,00
datum:	21.12.2021
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

naravna vlaga
$w$ [%]: 26,3

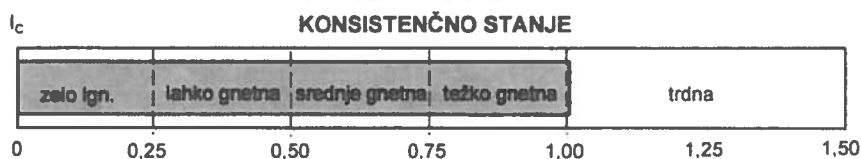
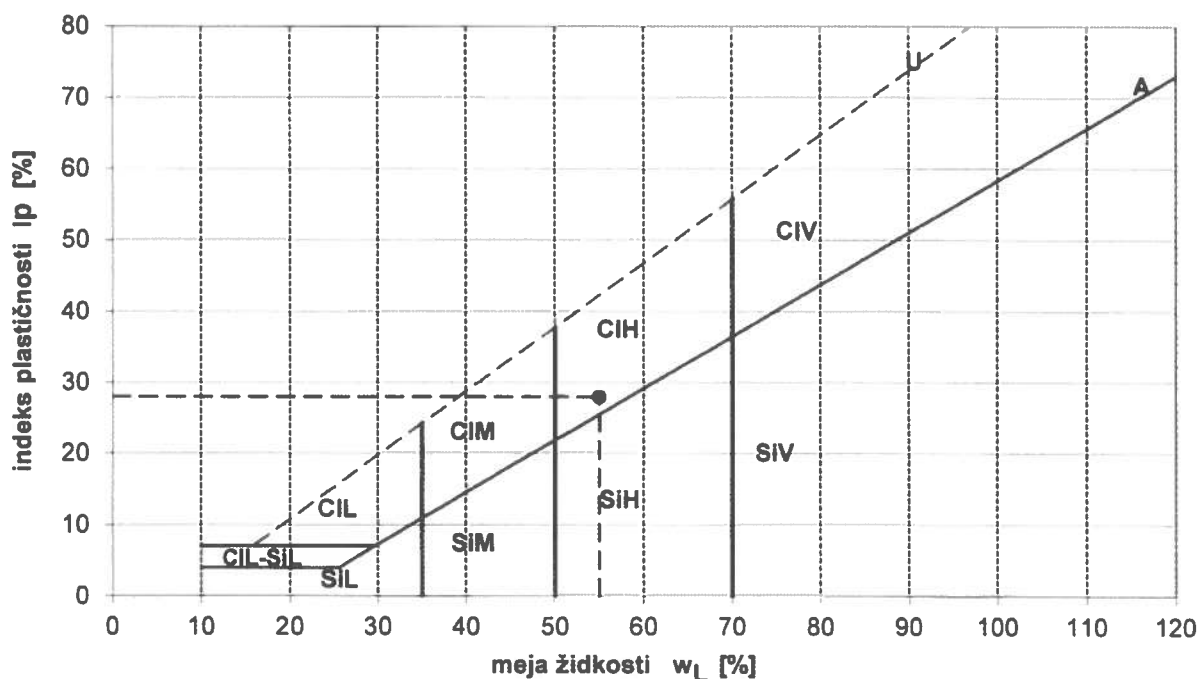
meja plastičnosti
$w_p$ [%]: 26

meja židkosti
$w_L$ [%]: 55

indeks plastičnosti
$I_p$ [%]: 28

indeks konsistence
$I_c$ : 1

Klasifikacija:	CIH, trdne kons.
----------------	------------------

**KLASIFIKACIJA**

Obdelal: B. Sajovic

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 29.12.2021

A. Kovačič

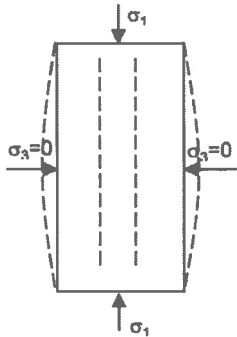


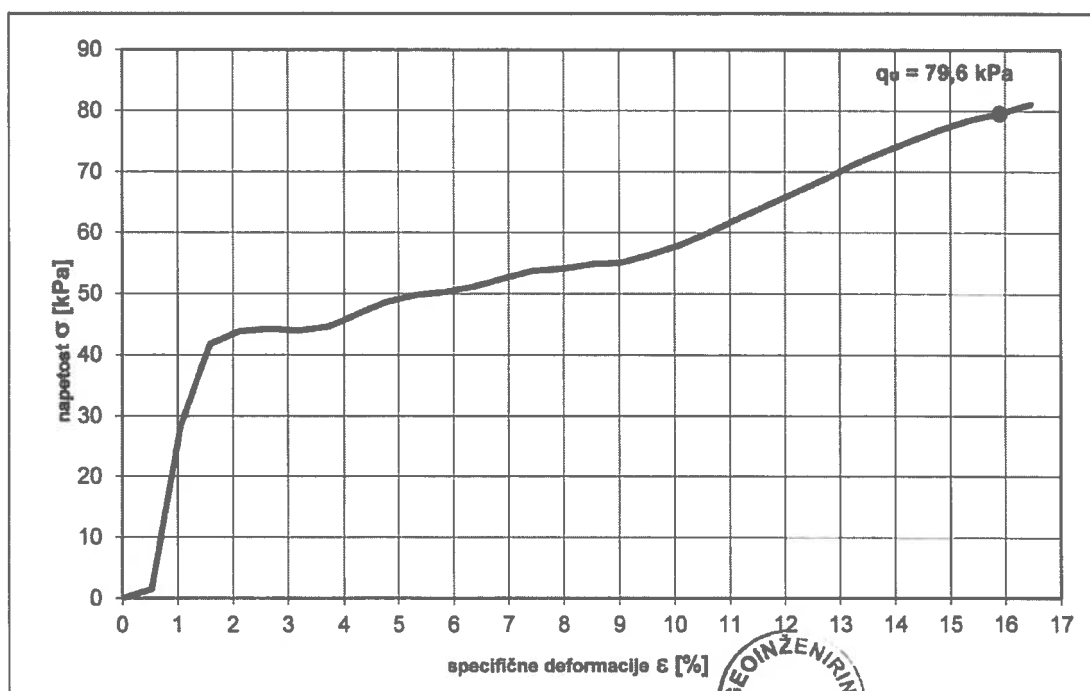
priloga:



**DOLOČITEV ENOOSNE TLAČNE TRDNOSTI ZEMLJIN**

(po standardu: SIST EN ISO 17892-7:2018)

Št. vzorca: <b>GI-21-1271</b>	
objekt: <b>OPPN Šmarna gora</b>	višina vzorca $h$ [cm]: <b>7,50</b>
vrtna: <b>V-4</b>	premer vzorca $d$ [cm]: <b>3,50</b>
globina [m]: <b>0,70 - 1,00</b>	masa vzorca $m$ [g]: <b>159,48</b>
opis zemljine: <b>CIH, trdne kons.</b>	žepni penetrometer $q_{už}$ [kPa]: <b>202,5</b>
datum: <b>17.12.2021</b>	naravna gostota $\rho$ [Mg/m <sup>3</sup> ]: <b>1,86</b>
skica porušitve:	suha gostota $\rho_d$ [Mg/m <sup>3</sup> ]: <b>1,48</b>
	naravna vlaga $w$ [%]: <b>25,80</b>
	hitrost obremenjevanja [%/min]: <b>1,0</b>
	čas porušitve [s]: <b>922</b>
	specifične deformacije pri porušitvi $\epsilon$ [%]: <b>15,9</b>
	kohezijska odpornost $c$ [kPa]: <b>39,8</b>
	enoosna tlačna trdnost $q_u$ [kPa]: <b>79,6</b>

*Amay*

**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

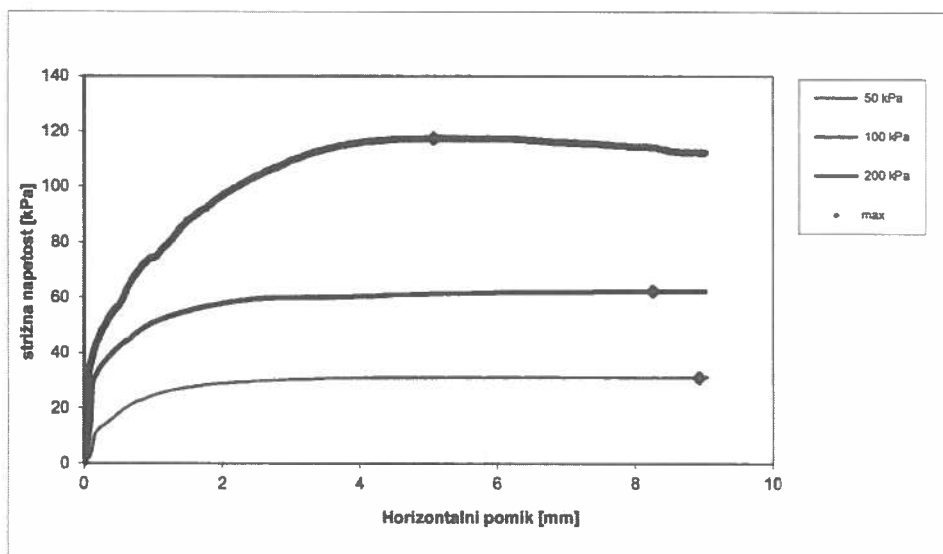
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-21-1271
Lokacija	OPPN Šmarna gora
Vrtina	V-4
Začetna globina	[m] 0,70
Končna globina	[m] 1,00
Začetek preiskave	9. 12. 2021
Klasifikacija vzorca	CIH, trdne kons.
Opomba	vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112

Podatki preizkušancev					
Naravna vlažnost	[%]	26,25			
Naravna gostota	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,88			
Suha gostota	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1,49			
Gostota zrnja (ocenjena)	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2,7			
Količnik por		0,809			
Stopnja zasičenosti	[%]	87,7			
Normalna napetost	[kPa]	50	100	200	
Začetna višina	[mm]	20	20	20	
Površina	[mm <sup>2</sup> ]	3600	3600	3600	
Vlaga po preiskavi	[%]	29,09	27,93	25,23	

hitrost striženja	[mm/min]	0,008
-------------------	----------	-------

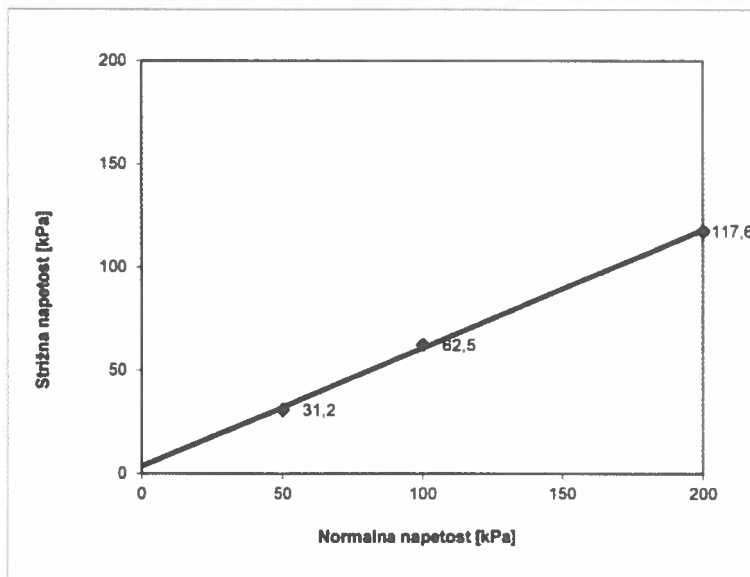
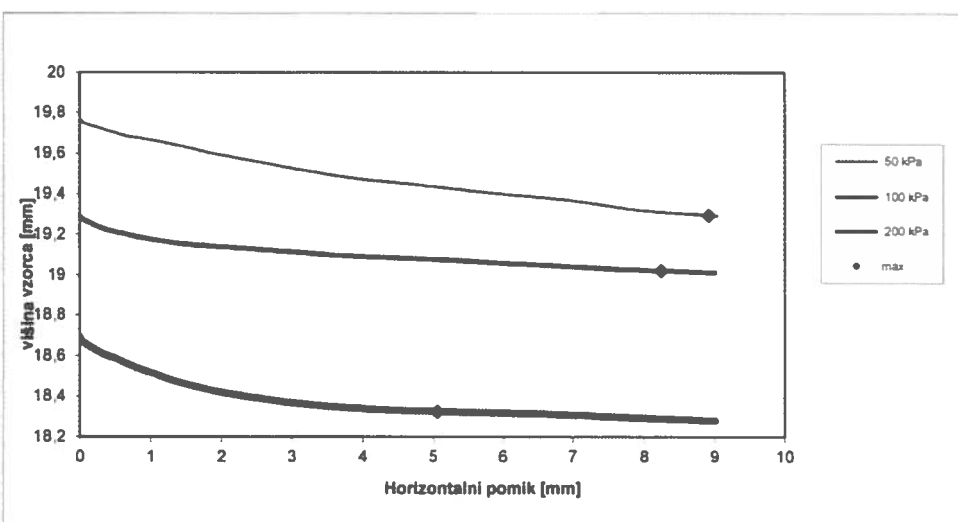
Podatki porušitve					
Normalna napetost	[kPa]	50	100	200	
Strižna nap. pri porušitvi	[kPa]	31,2	62,5	117,6	
Hor. pomik pri porušitvi	[mm]	8,918	8,244	5,063	
Viš. vzorca pri porušitvi	[mm]	19,297	19,020	18,325	
Končna strižna nap.	[kPa]	31,2	62,4	112,4	
Končni hor. pomik	[mm]	9,038	9,010	9,013	
Končna viš. vzorca	[mm]	19,294	19,013	18,280	



**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-21-1271
Lokacija	OPPN Šmarna gora
Vrtina	V-4
Začetna globina	[m] 0,70
Končna globina	[m] 1,00
Začetek preiskave	9. 12. 2021
Klasifikacija vzorca	CIH, trdne kons.
Opomba	vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112

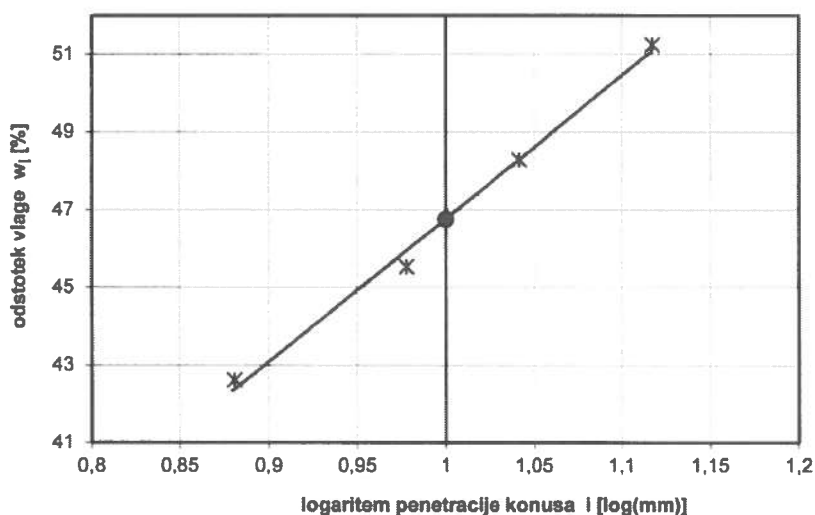


Rezultati		
strižni kot	[°]	29,8
kohezija	[kPa]	3,7

obdelal: B. Sajovic  
pregledal: A. Kovačič  
datum: 29.12.2021

**DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)**

SIST EN ISO 17892-12:2018

**PREISKAVA PO METODI "FALL CONE"**

Št. vzorca:	GI-21-1272
objekt:	OPPN Šmarna gora
vrtna:	V-4
globina:	1,40-1,70
datum:	21.12.2021
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

naravna vlaga	
w [%]:	41,1

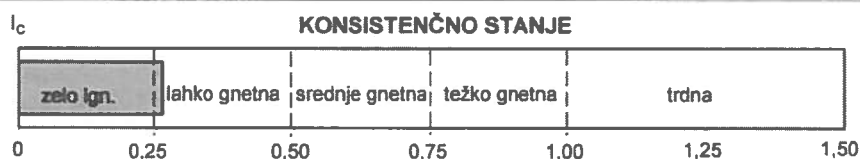
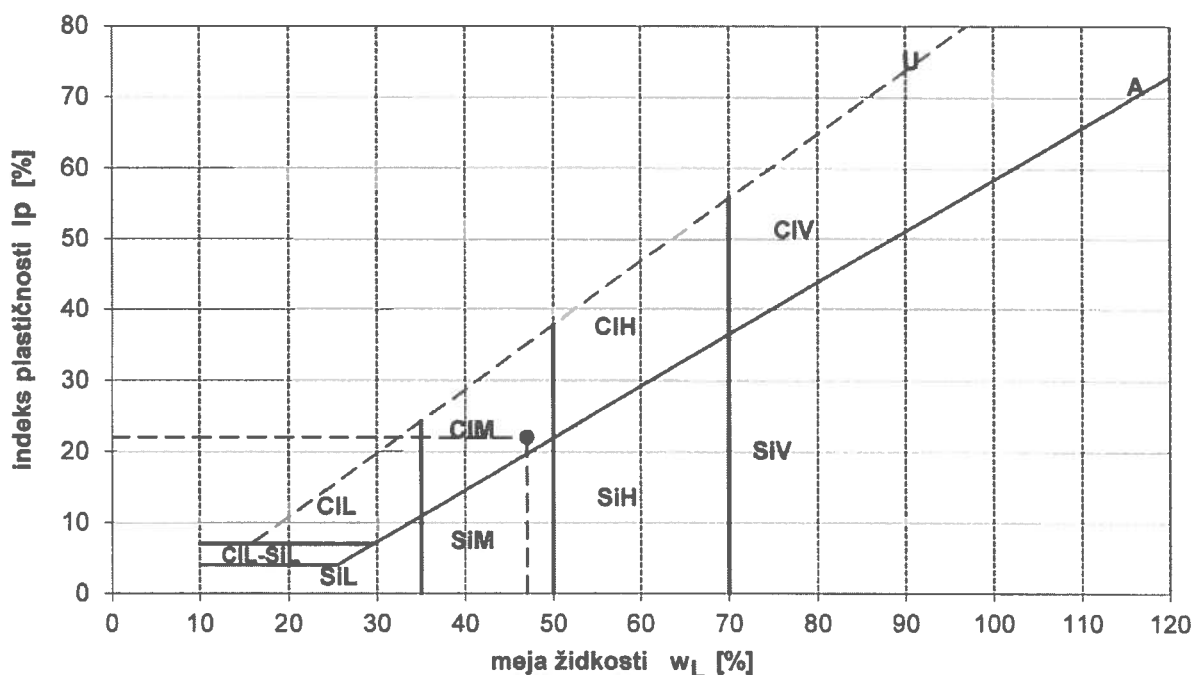
meja plastičnosti	
w <sub>P</sub> [%]:	25

meja židkosti	
w <sub>L</sub> [%]:	47

indeks plastičnosti	
I <sub>p</sub> [%]:	22

indeks konsistence	
$I_c :$	0.261

Klasifikacija:	CIM, lgn. kons.
----------------	-----------------

**KLASIFIKACIJA**

Obdelal: B. Sajovic

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 29.12.2021

Andj



priloga:



**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

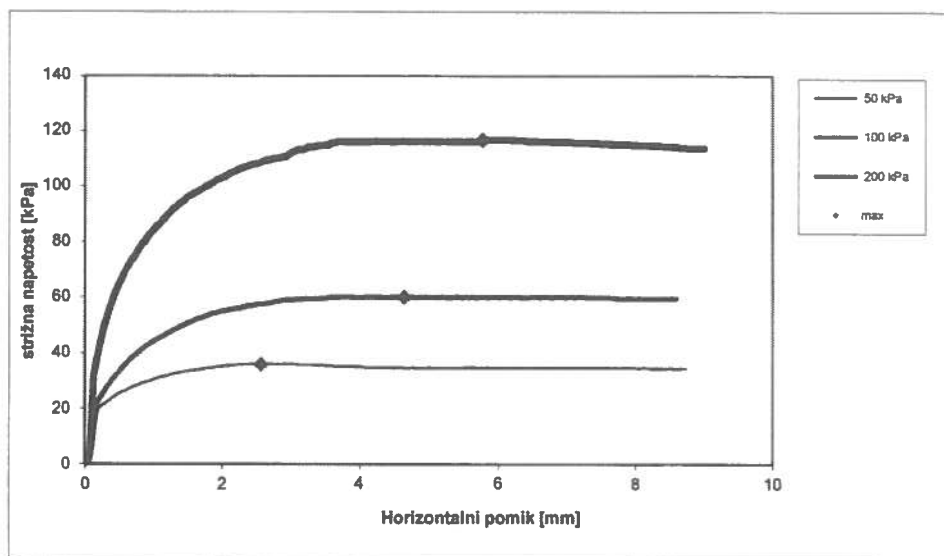
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-21-1272
Lokacija	OPPN Šmarna gora
Vrtina	V-4
Začetna globina [m]	1,40
Končna globina [m]	1,70
Začetek preiskave	9. 12. 2021
Klasifikacija vzorca	CLM, Ign. kons.
Opomba	vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112

Podatki preizkušancev					
Naravna vlažnost [%]	38,60				
Naravna gostota [Mg/m <sup>3</sup> ]	1,77				
Suha gostota [Mg/m <sup>3</sup> ]	1,27				
Gostota zrnja (ocenjena) [Mg/m <sup>3</sup> ]	2,7				
Količnik por	1,118				
Stopnja zasičenosti [%]	93,2				
Normalna napetost [kPa]	50	100	200		
Začetna višina [mm]	20	20	20		
Površina [mm <sup>2</sup> ]	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi [%]	31,20	30,60	29,80		

hitrost striženja [mm/min]	0,008
----------------------------	-------

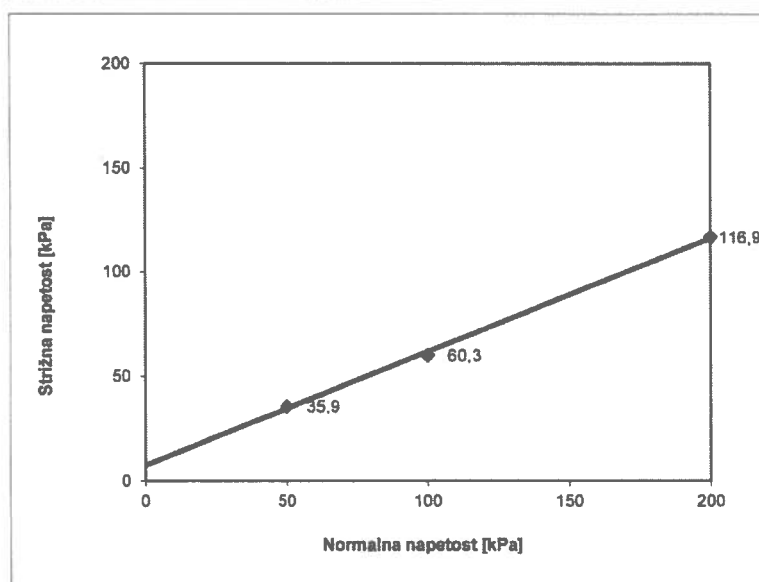
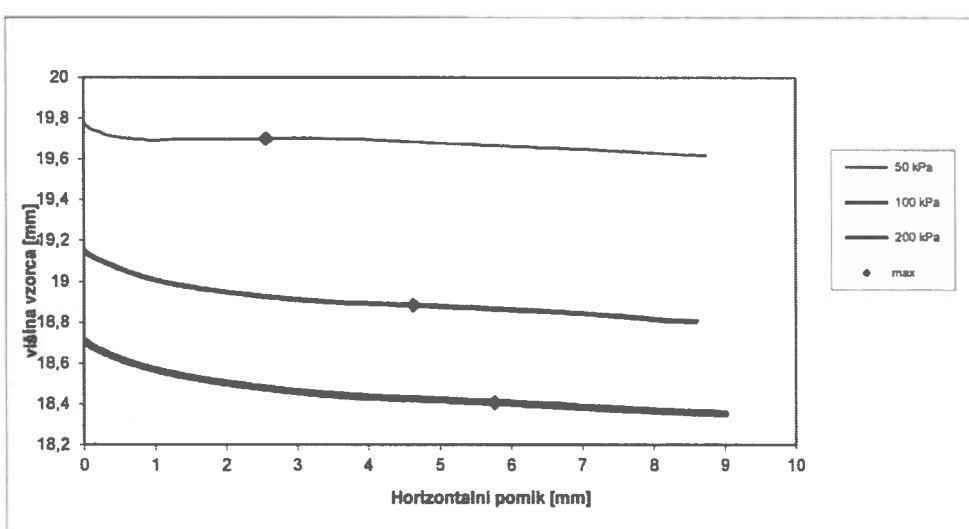
Podatki porušitve					
Normalna napetost [kPa]	50	100	200		
Strižna nap. pri porušitvi [kPa]	35,9	60,3	116,9		
Hor. pomik pri porušitvi [mm]	2,563	4,636	5,767		
Viš. vzorca pri porušitvi [mm]	19,699	18,885	18,406		
Končna strižna nap. [kPa]	34,5	59,6	113,8		
Končni hor. pomik [mm]	8,739	8,601	9,011		
Končna viš. vzorca [mm]	19,617	18,805	18,352		



**DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU**

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki	
Št. vzorca	GI-21-1272
Lokacija	OPPN Šmarna gora
Vrtina	V-4
Začetna globina	[m] 1,40
Končna globina	[m] 1,70
Začetek preiskave	9. 12. 2021
Klasifikacija vzorca	CLM, Ign. kons.
Opomba	vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat	ELE 26-2112

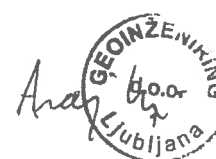


Rezultati		
strižni kot	[°]	28,5
kohezija	[kPa]	7,6

obdelal: B. Sajovic

pregledal: A. Kovačič

datum: 29.12.2021





**EDOMETERSKI PRESKUS  
S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM**  
SIST EN ISO 17892-5:2017

št.obr. LAB-015

Geoinženiring  
d.o.o.

Dimičeva 14

št. vzorca: **GI-21-1272**

**LOKACIJA:** OPPN Šmarna gora

**D.N.:** 82017

**VRTINA:** V-4

**ZAČETEK PREISKAVE:** 09.12.21

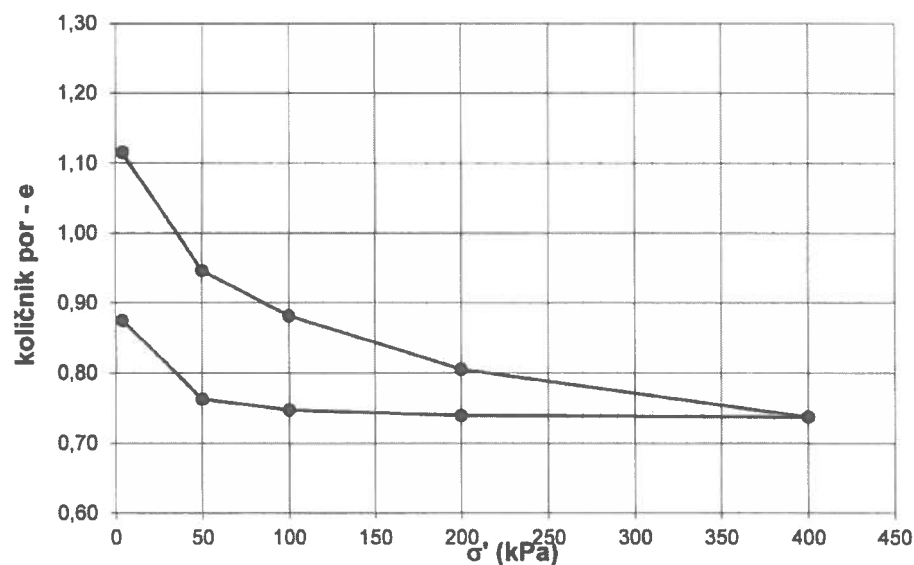
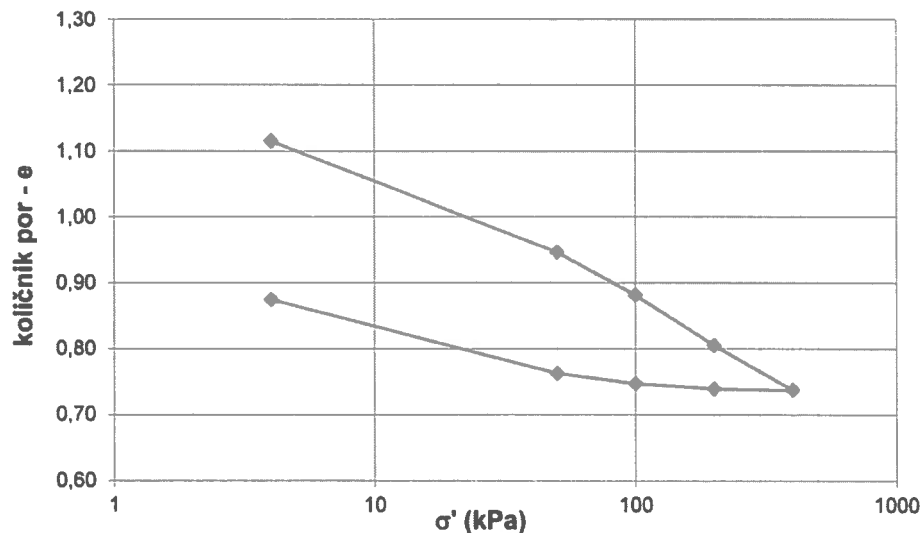
**GLOBINA:** 1,4-1,7m

**OPOMBA:** preplavljeno pri 50 kPa

**OPIS ZEMLJINE:** CIH, sgn.kons.

aparatus:	5	ocenjena/merjena gostota zrn $\rho_s$ :	2,70	t/m <sup>3</sup>
višina vzorca:	20 mm	vлага vzorca pred preiskavo:	41,1	%
premer vzorca:	70,0 mm	vлага vzorca po preiskavi:	34,0	%
$S_r$ pred:	99,4 %	gostota $\rho$ :	1,80	t/m <sup>3</sup>
$S_r$ po:	104,9 %	suha gostota $\rho_d$ :	1,28	t/m <sup>3</sup>

**KRIVULJA STISLJIVOSTI**





EDOMETERSKI PRESKUS  
S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM  
SIST EN ISO 17892-5:2017

št. obr. LAB-015

Geoinženiring  
d.o.o.

Dimičeva 14

št. vzorca: **GI-21-1272**

LOKACIJA: OPPN Šmarna gora

D.N.: 82017

VRTINA: V-4

DATUM DOSTAVE: 09.12.21

GLOBINA: 1,4-1,7m

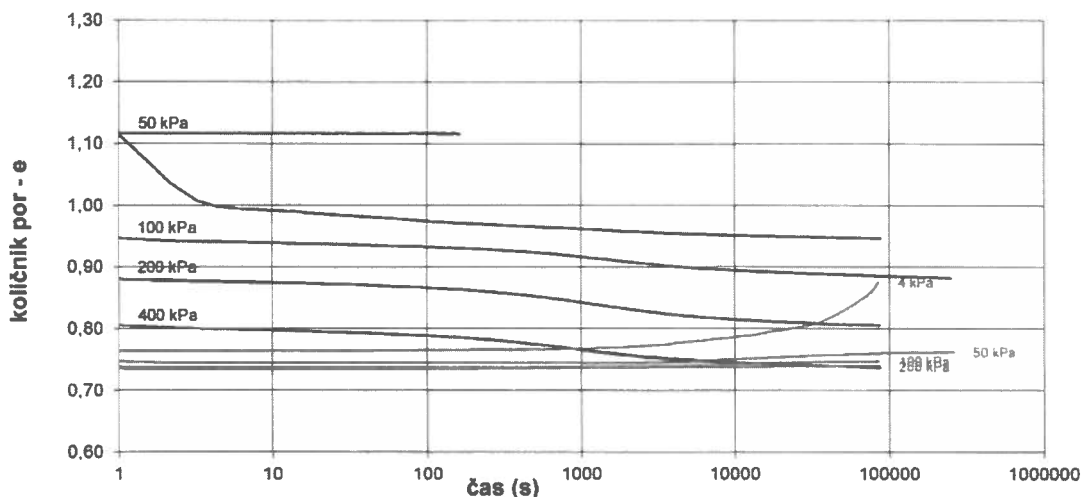
OPOMBA: preplavljeno pri 50 kPa

OPIS ZEMLJINE: CIH, sgn.kons.

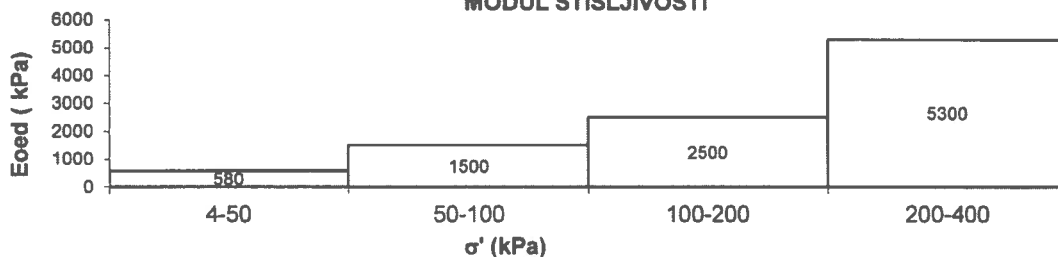
stopnja (kPa)	$E_{oed}$ (kPa)	$c_{v20}$ (m <sup>2</sup> /s)	$k_{20}$ (m/s) (izrač.)	$C_\alpha$
4-50	580	2,47E-08	4,28E-10	
50-100	1500	1,20E-08	7,98E-11	
100-200	2500	1,30E-08	5,28E-11	
200-400	5300	1,45E-08	2,72E-11	
400-200	170000			
200-100	23000			
100-50	5800			
50-4	720			

$\sigma'_p$ (kPa)	57,42
$C_c$	2,544E-01
$C_\alpha$	3,853E-02
$\lambda$	1,105E-01
$\kappa$	1,673E-02

ČASOVNI POTEK KONSOLIDACIJE



MODUL STISLJIVOSTI



VODOPREPUSTNOST (SIST ISO EN 17892-11:2019) , kakovostni razred III., začetna višina vzorca 20mm

$\sigma$	$\Delta t$ [s]	$T$ [°C]	$\eta$	$H_1$ [m]	$H_2$ [m]	$h_s$ [m]	$k_{20}$ [m/s]

PREISKAL: B. Sajovic  
ZAČ. PREISKAVE: 09.12.21  
KON. PREISKAVE: 29.12.21

PREGLEDAL:

A. Kovacic

PRILOGA:





# ZRNAVOST - KOMBINIRANA ANALIZA

**SIST EN ISO 17892-4:2017**

**St.obr. LAB-013**

**Geoinženiring d.o.o.**  
Dimičeva 14

**LOKACIJA:** OPPN Šmarna gora

**VRTINAJAŠEK: V-5**

**GLOBINA [m]: 2,30-2,80**

**OPIS MATERIALA: cGr (GM·GW)**

**Št. vzorca: GI-21-1274**

**D.N.: 82017**

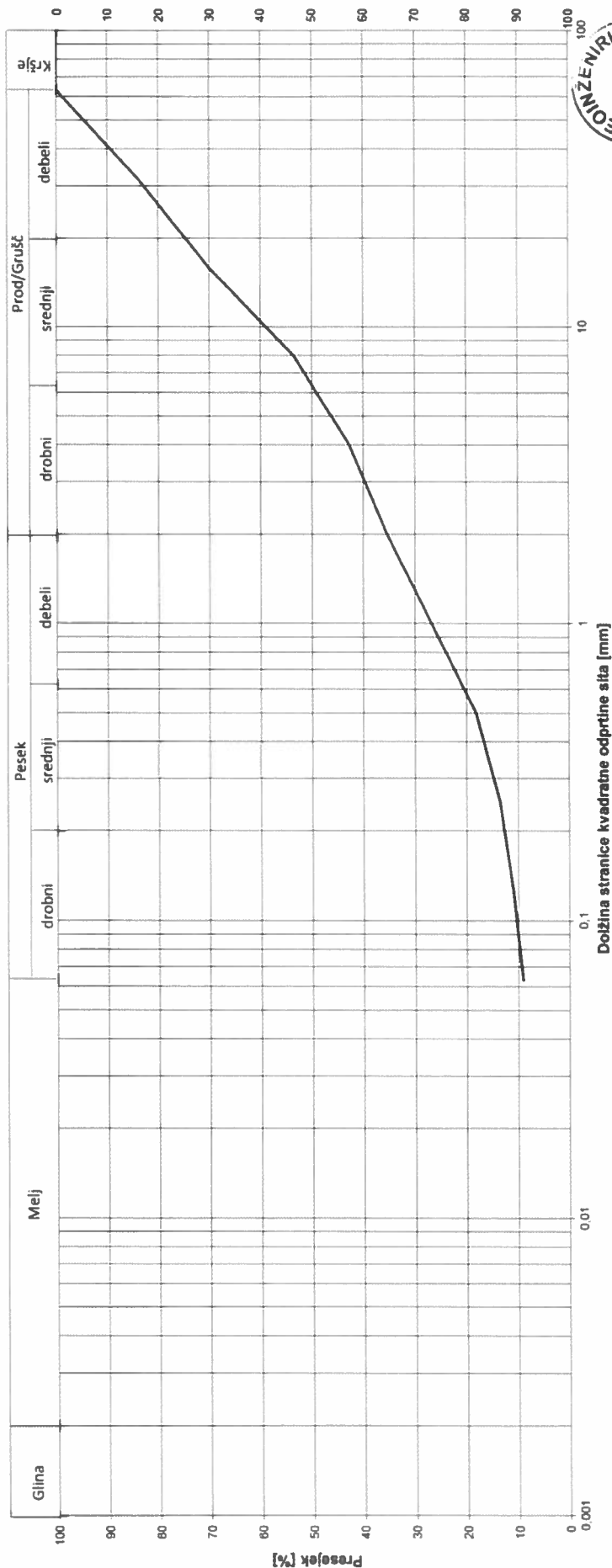
**OBLASTI SASTAVI ZRN:**

prosejekt (%)	primer (nm)
10	9,4E-02
20	6,1E-01
30	1,4E+00
60	1,1E+01

$C_{10} = d_{100}/d_{10}$	117,5
$C_2 = d_{200}^2/d_{10} \cdot d_{400}$	1,8

VDP Hazen [m/s]:	1.0E-04
VDP USBR [m/s]:	1.2E-03

frakcija	delež (%)
2 mm < prod. gruč	64,6
0,063 mm < pesek < 2 mm	26,4
meji, glina < 0,063 mm	9,1



**PREISKAL: M. Sambolić**

**ZAČ. PREISKAVE: 10.12.2021**

KON. PREISKAVE: 14.12.2021

**PREGLEDAL: A. Kovačič**

**PRILOGA:**

## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **T.1.6 GEOTEHNIČNI IZRAČUNI**

## Settle3D Analysis Information

### Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen

#### Project Settings

Document Name	Analiza posedkov izkop+obtežba plošča+voda.s3z
Project Title	Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen
Analysis	Analiza posedkov pod temeljno ploščo
Author	Urban Repič, mag. inž. ok. grad.
Company	GI ZRMK d.o.o.
Date Created	3. 02. 2022

#### Comments

Objekt s kletno etažo	
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9

Use average properties to calculate layered stresses

Improve consolidation accuracy

Ignore negative effective stresses in settlement calculations

#### Stage Settings

Stage #	Name
1	Začetno stanje
2	Izkop
3	Končno stanje

#### Results

Time taken to compute: 31.4403 seconds

#### Stage: Začetno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	0
Loading Stress ZZ [kPa]	0	0
Loading Stress XX [kPa]	0	0
Loading Stress YY [kPa]	0	0
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.47
Effective Stress XX [kPa]	0	188.47
Effective Stress YY [kPa]	0	188.47
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.855
Total Stress XX [kPa]	0	271.855
Total Stress YY [kPa]	0	271.855
Total Strain	0	0

#### Stage: Izkop

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	-0.670552	0
Loading Stress ZZ [kPa]	-79.055	2.37526e-006
Loading Stress XX [kPa]	-59.5272	11.5888
Loading Stress YY [kPa]	-62.2581	9.6204
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.406
Effective Stress XX [kPa]	0	187.98
Effective Stress YY [kPa]	0	187.899
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.791
Total Stress XX [kPa]	0	271.365
Total Stress YY [kPa]	0	271.284
Total Strain	-0.0011978	0

### Stage: Končno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	-0.429206	0.113434
Loading Stress ZZ [kPa]	-79.0548	90.7352
Loading Stress XX [kPa]	-441.862	305.416
Loading Stress YY [kPa]	-444.934	306.263
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.436
Effective Stress XX [kPa]	-277.404	407.816
Effective Stress YY [kPa]	-312.983	392.245
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.821
Total Stress XX [kPa]	-242.344	489.239
Total Stress YY [kPa]	-278.122	473.668
Total Strain	-0.0011978	0.00412433

## Loads

### 1. Rectangular Load: "Rectangular Load 1"

Length	14.5 m
Width	8 m
Rotation angle	0 degrees
Load Type	Rigid
Area of Load	116 m <sup>2</sup>
Load	100 kPa
Depth	4 m
Installation Stage	Končno stanje

#### Coordinates

X [m]	Y [m]
2.56821	-11.676
17.0682	-11.676
17.0682	-3.676
2.56821	-3.676

## Excavations



**1. Excavation: "Excavation 1"**

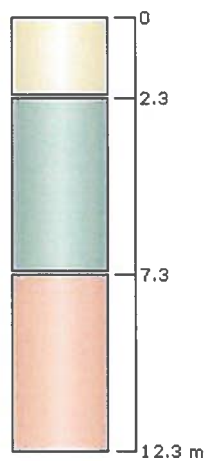
Depth 4 m  
Installation Stage Izkop

**Coordinates**




X [m]	Y [m]
0	0
0	-15
20	-15
20	0

**Soil Layers**

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Qalm	2.3	0
2	Qalp	5	2.3
3	C/P	5	7.3



## Soil Properties

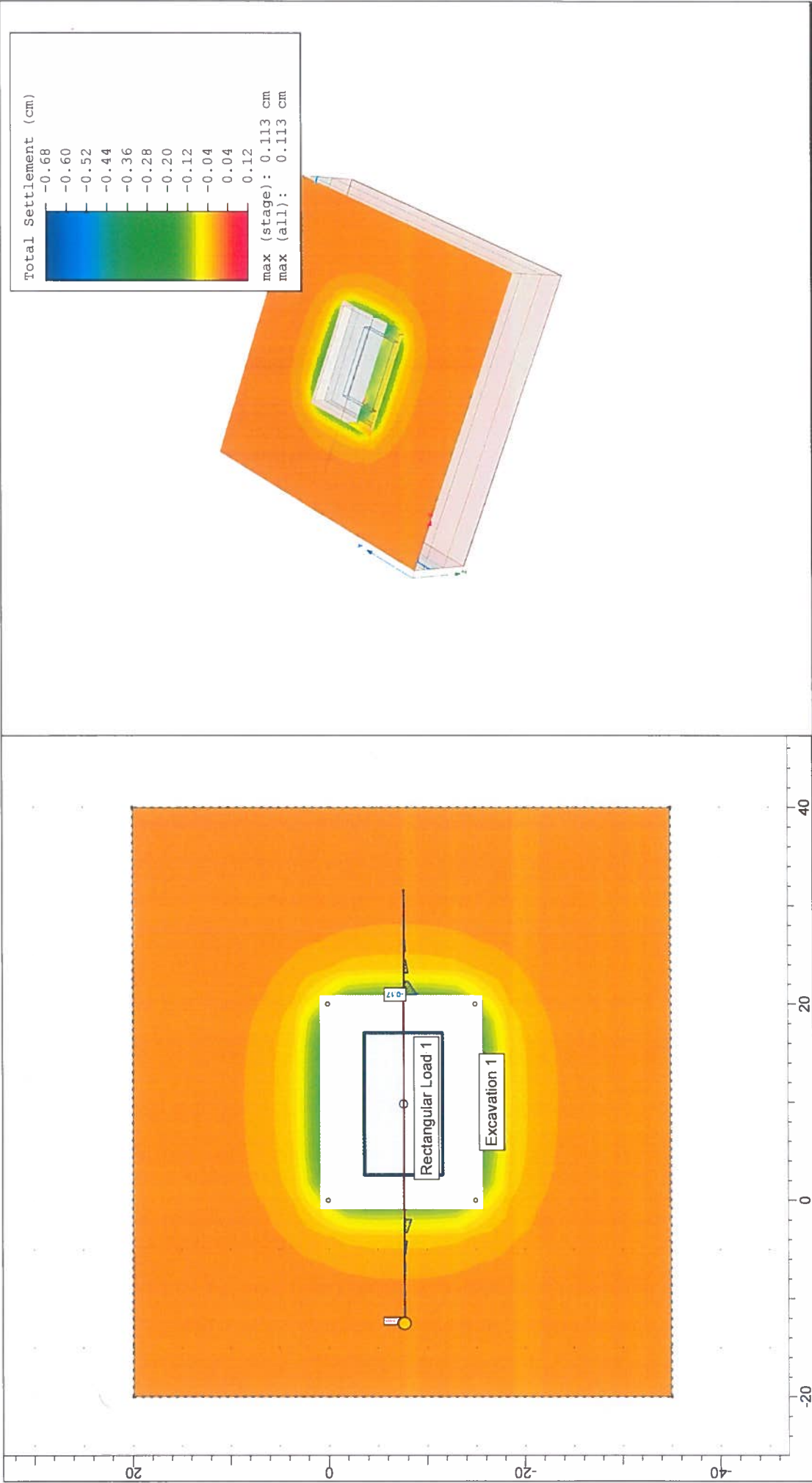
Property	Qalm	Qalp	C/P
Color			
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.85	21	23
Saturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	20	22	24
K0	1	1	1
Immediate Settlement	Disabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	-	22000	40000
Esur [kPa]	-	66000	120000
Primary Consolidation	Enabled	Disabled	Disabled
Material Type	Linear		
mv [m <sup>2</sup> /kN]	6.67e-005	-	-
mvur [m <sup>2</sup> /kN]	2.2e-005	-	-

## Groundwater

Groundwater method Piezometric Lines  
 Water Unit Weight 9.81 kN/m<sup>3</sup>

### Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	3.8 m



Project		Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen	
Analysis Description		Analiza posedkov pod temeljno ploščo	
Drawn By		Urban Repič, mag. inž. ok. grad.	
Date		3. 02. 2022	
Company		GI ZRMK d.o.o.	
File Name		Analiza posedkov izkop+obtežba plošča+voda.s3z	

## Settle3D Analysis Information

### Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen

#### Project Settings

Document Name	Analiza posedkov izkop+obtežba pasovni temelj+voda.s3z
Project Title	Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen
Analysis	Analiza posedkov pod pasovnim temeljem
Author	Urban Repič, mag. inž. ok. grad.
Company	GI ZRMK d.o.o.
Date Created	3. 02. 2022

#### Comments

Objekt s kletno etažo	
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9

Use average properties to calculate layered stresses

Improve consolidation accuracy

Ignore negative effective stresses in settlement calculations

#### Stage Settings

Stage #	Name
1	Začetno stanje
2	Izkop
3	Končno stanje

#### Results

Time taken to compute: 7.85721 seconds

#### Stage: Začetno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	0
Loading Stress ZZ [kPa]	0	0
Loading Stress XX [kPa]	0	0
Loading Stress YY [kPa]	0	0
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.47
Effective Stress XX [kPa]	0	188.47
Effective Stress YY [kPa]	0	188.47
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.855
Total Stress XX [kPa]	0	271.855
Total Stress YY [kPa]	0	271.855
Total Strain	0	0

#### Stage: Izkop

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	-0.670552	0
Loading Stress ZZ [kPa]	-79.055	2.37526e-006
Loading Stress XX [kPa]	-59.5272	11.5888
Loading Stress YY [kPa]	-62.2581	9.6204
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.406
Effective Stress XX [kPa]	0	187.98
Effective Stress YY [kPa]	0	187.899
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.791
Total Stress XX [kPa]	0	271.365
Total Stress YY [kPa]	0	271.284
Total Strain	-0.0011978	0

### Stage: Končno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	-0.6066	0.0890653
Loading Stress ZZ [kPa]	-79.055	206.229
Loading Stress XX [kPa]	-509.381	226.256
Loading Stress YY [kPa]	-677.652	188.377
Effective Stress ZZ [kPa]	0	286.289
Effective Stress XX [kPa]	-424.092	390.591
Effective Stress YY [kPa]	-592.363	293.093
Total Stress ZZ [kPa]	0	286.936
Total Stress XX [kPa]	-419.236	472.014
Total Stress YY [kPa]	-587.507	374.516
Total Strain	-0.0011978	0.00937406

### Loads

#### 1. Rectangular Load: "Rectangular Load 1"

Length	14.5 m
Width	0.7 m
Rotation angle	0 degrees
Load Type	Rigid
Area of Load	10.15 m <sup>2</sup>
Load	200 kPa
Depth	4 m
Installation Stage	Končno stanje

#### Coordinates

X [m]	Y [m]
2.56821	-8.026
17.0682	-8.026
17.0682	-7.326
2.56821	-7.326

### Excavations



**1. Excavation: "Excavation 1"**

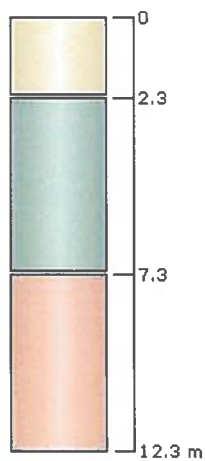
Depth 4 m  
Installation Stage Izkop

**Coordinates**




X [m]	Y [m]
0	0
0	-15
20	-15
20	0

**Soil Layers**

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Qalm	2.3	0
2	Qalp	5	2.3
3	C/P	5	7.3



## Soil Properties

Property	Qalm	Qalp	C/P
Color			
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.85	21	23
Saturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	20	22	24
K0	1	1	1
Immediate Settlement	Disabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	-	22000	40000
Esur [kPa]	-	66000	120000
Primary Consolidation	Enabled	Disabled	Disabled
Material Type	Linear		
mv [m <sup>2</sup> /kN]	6.67e-005	-	-
mvur [m <sup>2</sup> /kN]	2.2e-005	-	-

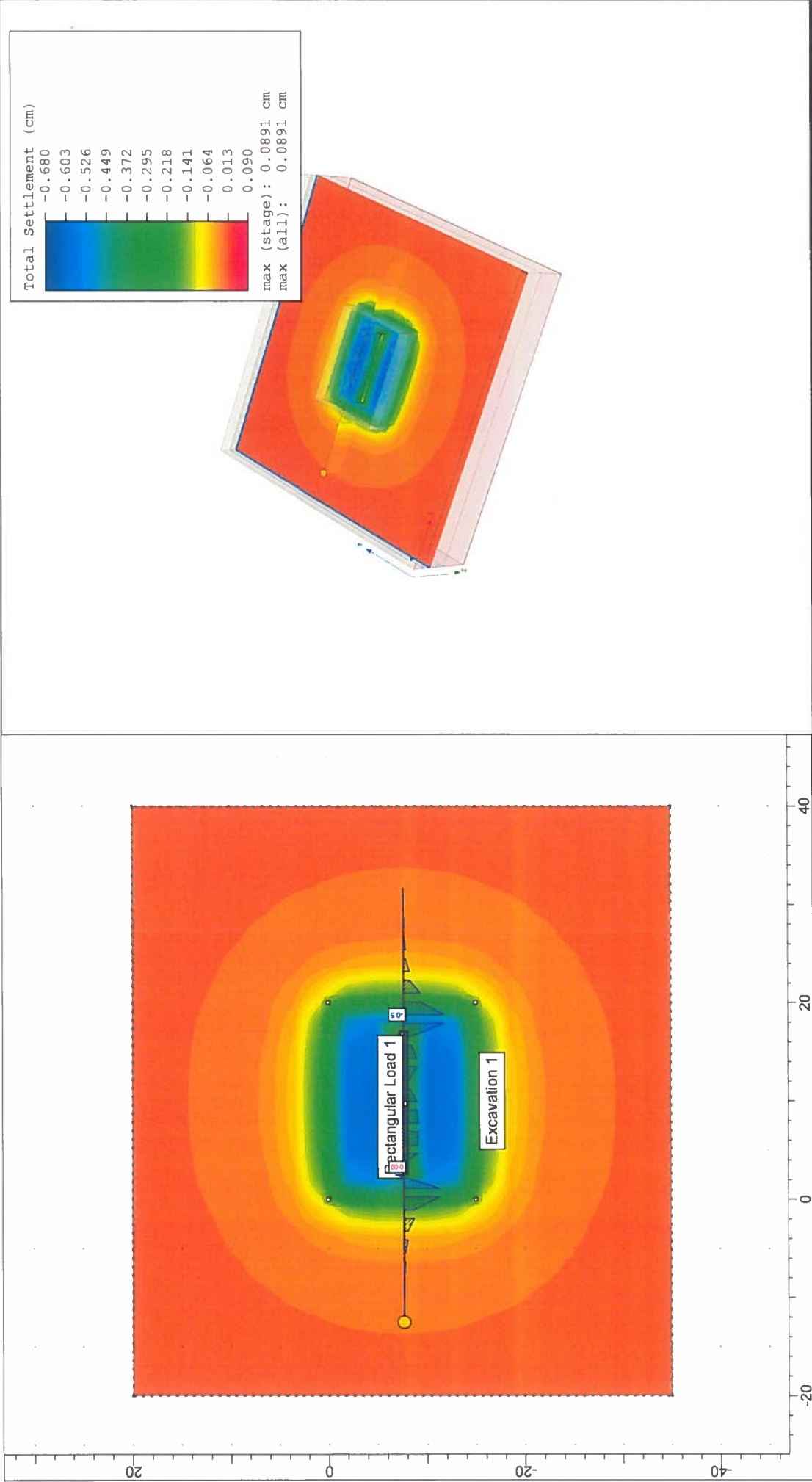
## Groundwater

Groundwater method Piezometric Lines

Water Unit Weight 9.81 kN/m<sup>3</sup>

### Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	3.8 m



Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen

Analiza posedkov pod pasovnim temeljem

GI ZRMK d.o.o.

Urban Repič, mag. inž. ok. grad.

3. 02. 2022

Analiza posedkov izkop+obtežba pasovni temelj+voda.s3z

rocscience

SETTLED 4.023

## Settle3D Analysis Information

### Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen

#### Project Settings

Document Name	Analiza posedkov obtežba plošča+voda.s3z
Project Title	Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen
Analysis	Analiza posedkov pod temeljeno ploščo
Author	Urban Repič, mag. inž. ok. grad.
Company	GI ZRMK d.o.o.
Date Created	3. 02. 2022

#### Comments

Objekt brez kletne etaže	
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9

Use average properties to calculate layered stresses

Improve consolidation accuracy

Ignore negative effective stresses in settlement calculations

#### Stage Settings

Stage #	Name
1	Začetno stanje
2	Končno stanje

#### Results

Time taken to compute: 46.279 seconds

#### Stage: Začetno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	0
Loading Stress ZZ [kPa]	0	0
Loading Stress XX [kPa]	0	0
Loading Stress YY [kPa]	0	0
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.47
Effective Stress XX [kPa]	0	188.47
Effective Stress YY [kPa]	0	188.47
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.855
Total Stress XX [kPa]	0	271.855
Total Stress YY [kPa]	0	271.855
Total Strain	0	0

## Stage: Končno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	3.01884
Loading Stress ZZ [kPa]	6.65656e-009	163.076
Loading Stress XX [kPa]	-478.779	365.283
Loading Stress YY [kPa]	-465.48	361.877
Effective Stress ZZ [kPa]	6.65656e-009	212.956
Effective Stress XX [kPa]	-364.36	421.163
Effective Stress YY [kPa]	-379.976	414.066
Total Stress ZZ [kPa]	6.65656e-009	296.341
Total Stress XX [kPa]	-345.445	504.548
Total Stress YY [kPa]	-378.279	497.451
Total Strain	0	0.0108772

## Loads

### 1. Rectangular Load: "Obtežba "

Length	14.5 m
Width	8 m
Rotation angle	0 degrees
Load Type	Rigid
Area of Load	116 m <sup>2</sup>
Load	100 kPa
Depth	0 m
Installation Stage	Končno stanje

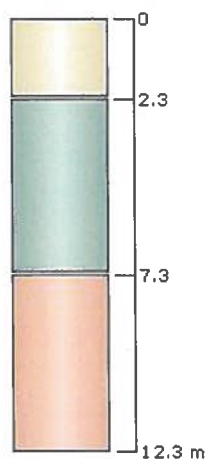
### Coordinates

X [m]	Y [m]
3.095	-11.705
17.595	-11.705
17.595	-3.705
3.095	-3.705






## Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Qalm	2.3	0
2	Qalp	5	2.3
3	C/P	5	7.3



## Soil Properties

Property	Qalm	Qalp	C/P
Color			
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.85	21	23
Saturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	20	22	24
K <sub>0</sub>	1	1	1
Immediate Settlement	Disabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	-	22000	40000
E <sub>sur</sub> [kPa]	-	66000	120000
Primary Consolidation	Enabled	Disabled	Disabled
Material Type	Linear		
mv [m <sup>2</sup> /kN]	6.67e-005	-	-
mv <sub>ur</sub> [m <sup>2</sup> /kN]	2.2e-005	-	-

## Groundwater

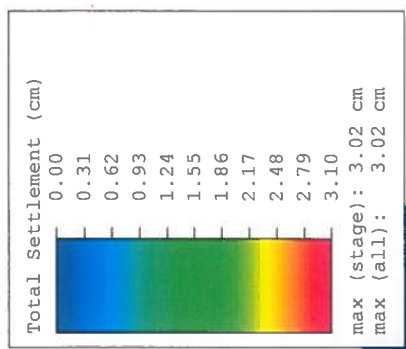
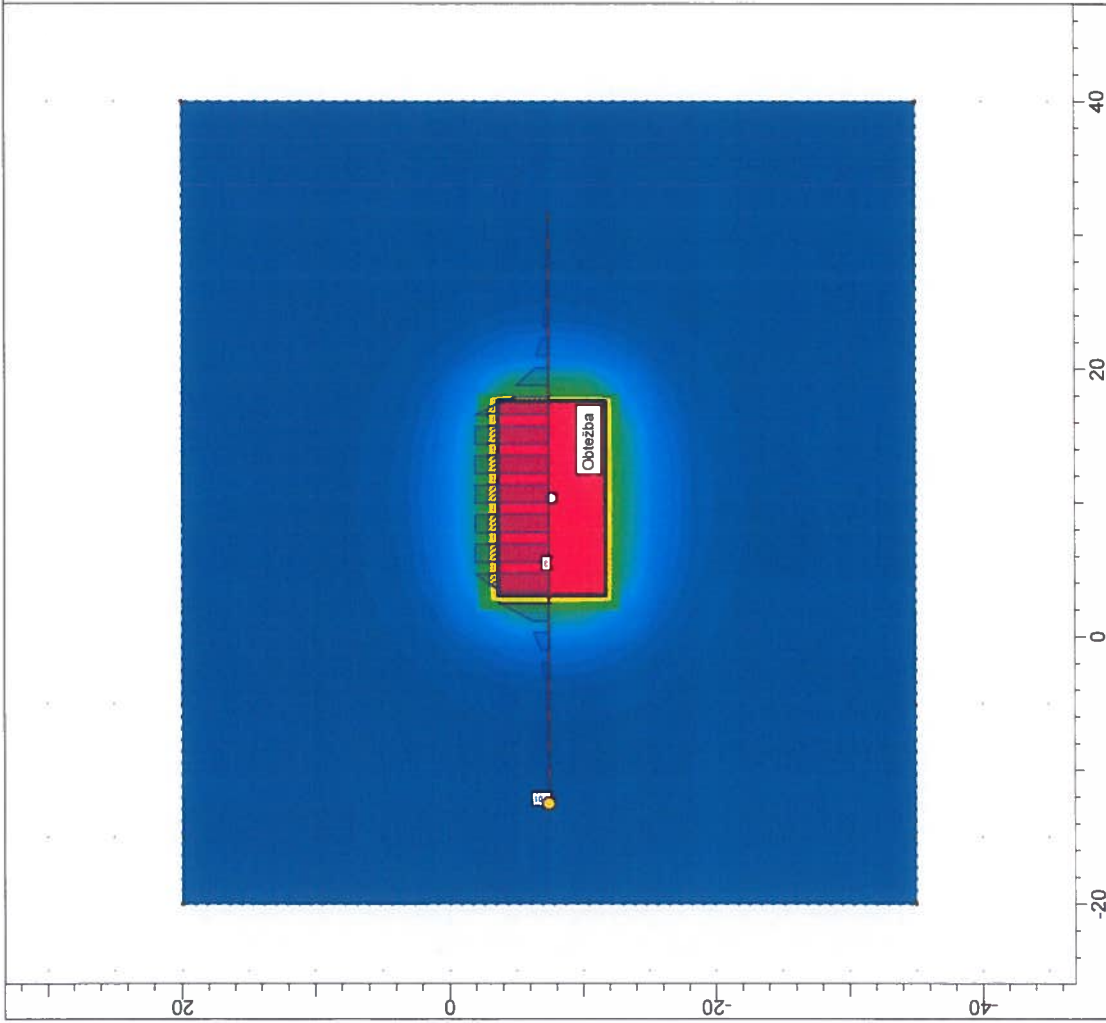
---

Groundwater method Piezometric Lines

Water Unit Weight 9.81 kN/m<sup>3</sup>

### Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	3.8 m



<div><div><div></div><div>rocscience</div><div>SETTLED 4.023</div></div></div>		Project	Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen	
		Analysis Description	Analiza posedkov pod temeljeno ploščo	
		Drawn By	Urban Repič, mag. inž. ok. grad.	Company GI ZRMK d.o.o.
		Date	3. 02. 2022	File Name Analiza posedkov obtežba plošča+voda.s3z

## Settle3D Analysis Information

### Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen

#### Project Settings

Document Name	Analiza posedkov obtežba pasovni temelj+voda.s3z
Project Title	Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen
Analysis	Analiza posedkov pod pasovnim temeljem
Author	Urban Repič, mag. inž. ok. grad.
Company	GI ZRMK d.o.o.
Date Created	3. 02. 2022

#### Comments

Objekt brez kletne etaže	
Stress Computation Method	Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus	0.9

Use average properties to calculate layered stresses

Improve consolidation accuracy

Ignore negative effective stresses in settlement calculations

#### Stage Settings

Stage #	Name
1	Začetno stanje
2	Končno stanje

#### Results

Time taken to compute: 28.0801 seconds

#### Stage: Začetno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	0
Loading Stress ZZ [kPa]	0	0
Loading Stress XX [kPa]	0	0
Loading Stress YY [kPa]	0	0
Effective Stress ZZ [kPa]	0	188.47
Effective Stress XX [kPa]	0	188.47
Effective Stress YY [kPa]	0	188.47
Total Stress ZZ [kPa]	0	271.855
Total Stress XX [kPa]	0	271.855
Total Stress YY [kPa]	0	271.855
Total Strain	0	0

## Stage: Končno stanje

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [cm]	0	4.78664
Loading Stress ZZ [kPa]	3.2314e-009	249.532
Loading Stress XX [kPa]	-628.228	533.964
Loading Stress YY [kPa]	-585.577	519.046
Effective Stress ZZ [kPa]	3.2314e-009	253.867
Effective Stress XX [kPa]	-588.335	545.21
Effective Stress YY [kPa]	-558.746	523.381
Total Stress ZZ [kPa]	3.2314e-009	285.538
Total Stress XX [kPa]	-588.335	628.595
Total Stress YY [kPa]	-558.746	561.471
Total Strain	0	0.0155964

## Loads

### 1. Rectangular Load: "Obtežba "

Length	14.5 m
Width	2 m
Rotation angle	0 degrees
Load Type	Rigid
Area of Load	29 m <sup>2</sup>
Load	200 kPa
Depth	0 m
Installation Stage	Končno stanje

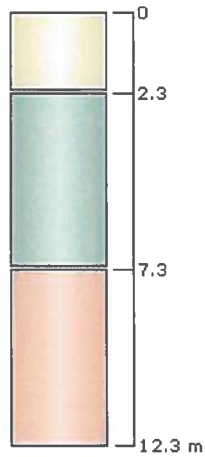
### Coordinates

X [m]	Y [m]
3.095	-8.705
17.595	-8.705
17.595	-6.705
3.095	-6.705






## Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Qalm	2.3	0
2	Qalp	5	2.3
3	C/P	5	7.3



## Soil Properties

Property	Qalm	Qalp	C/P
Color			
Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	18.85	21	23
Saturated Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]	20	22	24
K0	1	1	1
Immediate Settlement	Disabled	Enabled	Enabled
Es [kPa]	-	22000	40000
E <sub>sur</sub> [kPa]	-	66000	120000
Primary Consolidation	Enabled	Disabled	Disabled
Material Type	Linear		
mv [m <sup>2</sup> /kN]	6.67e-005	-	-
mv <sub>ur</sub> [m <sup>2</sup> /kN]	2.2e-005	-	-

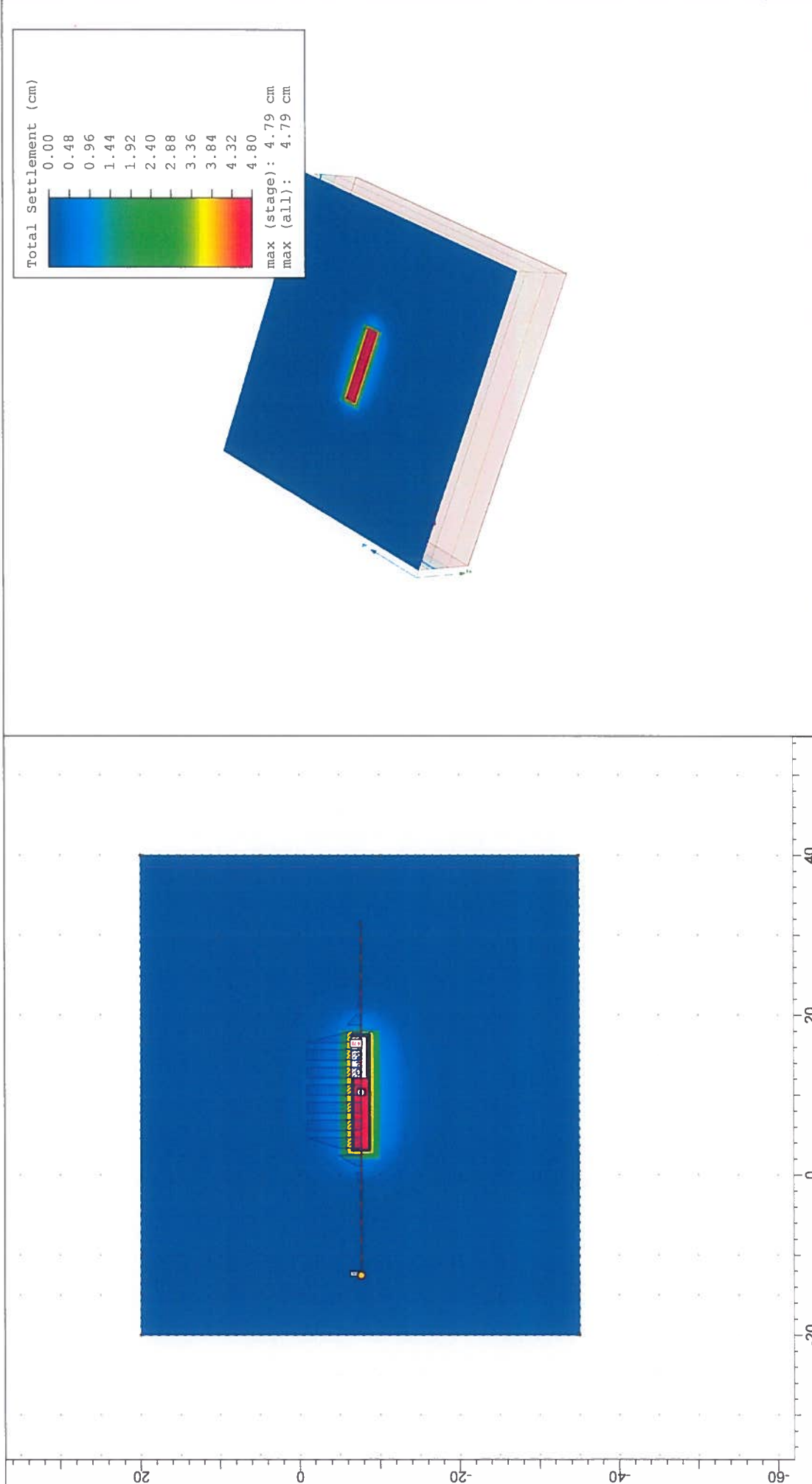
## Groundwater

---

Groundwater method Piezometric Lines  
Water Unit Weight 9.81 kN/m<sup>3</sup>

### Piezometric Line Entities

ID	Depth (m)
1	3.8 m



Project		Analiza posedkov za potrebe OPPN 184: Tacen	
Analysis Description		Analiza posedkov pod pasovnim temeljem	
Drawn By		Urban Replič, mag. inž. ok. grad.	Company GI ZRMK d.o.o.
Date		3. 02. 2022	File Name Analiza posedkov obtežba pasovni temelji+voda.s3z

	<b>GI-ZRMK D.O.O.</b>	
	NOSILNOST TAL POD PLITVIMI TEMELJI SIST EN 1997-1:2005	

**Objekt:** OPPN 184 Tacen

**Mejno stanje nosilnosti**

**Lokacija:** Tacen, Ljubljana

**Temelj:** TEMELJNA PLOŠČA B / L = 8 / 14,5 m

**Komentar:** Objekt s kletno etažo

**Dodatek D**  $R / A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$

### Podatki:

Strižni kot: $\varphi$	33,0 °
Kohezija: $c'$	0,5 kPa
Prostorninska teža tal: $\gamma$	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Širina temelja B: (B<L)	8,00 m
Dolžina temelja: L	14,50 m
Globina temelja: D	4,00 m
Nagnjenost temeljne ploskve: $\alpha$	0,0 °
Vertikalna sila: $V_d$	17400,0 kN
Ekscentričnost v smeri B: $e_B$	0,00 m
Ekscentričnost v smeri L: $e_L$	0,00 m
Horizontalna sila v smeri B: $H_{d;B}$	0,0 kN
Horizontalna sila v smeri L: $H_{d;L}$	0,0 kN

### Faktorji:

Delni faktorji za parametre zemljin: $\gamma_\phi, \gamma_{c'}$	1,00	1,00
Modelni faktor: $\gamma_M$	1,00	
Delni faktor za nosilnost tal: $\gamma_{R;\gamma}$	1,00	

### Rezultati:

Projektni strižni kot: $\varphi_d$	33,0 °	$m_B$	1,644	
Projektna kohezija: $c'_d$	0,5 kPa	$m_L$	1,356	
Teža tal ob temelju: q	84,0 kPa	m	1,000	
Koeficienti: $N_c$	38,64	$N_q$	26,09	$N_\gamma$ 32,59
Koeficienti: $b_c$	1,000	$b_q$	1,000	$b_\gamma$ 1,000
Koeficienti: $s_c$	1,312	$s_q$	1,300	$s_\gamma$ 0,834
Koeficienti: $i_c$	1,000	$i_q$	1,000	$i_\gamma$ 1,000
Horizontalna sila: H	0,0 kN	$\theta$	1,57	
Širina centrično obremenjenega temelja: B'			8,00 m	
Dolžina centrično obremenjenega temelja: L'			14,50 m	
Ploščina: A'			116,00 m <sup>2</sup>	
Obtežba temelja: p			150 kPa	

**Računska odpornost tal: R / A'**

**5.160 kPa**

**Računska odpornost / R2: R / A' / R2**

**Projektna odpornost tal: R<sub>d</sub>**

**598.574 kN**

	<b>GI-ZRMK D.O.O.</b>	
	NOSILNOST TAL POD PLITVIMI TEMELJI SIST EN 1997-1:2005	

**Objekt:** OPPN 184 Tacen

**Mejno stanje nosilnosti**

**Lokacija:** Tacen, Ljubljana

**Temelj:** PASOVNI TEMELJ B / L = 0,7 / 14,5 m

**Komentar:** Objekt s kletno etažo

Dodatek D  $R / A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$

### Podatki:

Strižni kot: $\varphi$	33,0 °
Kohezija: $c'$	0,5 kPa
Prostorninska teža tal: $\gamma$	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Širina temelja B: (B<L)	0,70 m
Dolžina temelja: L	14,50 m
Globina temelja: D	4,00 m
Nagnjenost temeljne ploskve: $\alpha$	0,0 °
Vertikalna sila: $V_d$	2639,0 kN
Ekscentričnost v smeri B: $e_B$	0,00 m
Ekscentričnost v smeri L: $e_L$	0,00 m
Horizontalna sila v smeri B: $H_{d;B}$	0,0 kN
Horizontalna sila v smeri L: $H_{d;L}$	0,0 kN

### Faktorji:

Delni faktorji za parametre zemljin: $\gamma_\phi, \gamma_c'$	1,00	1,00
Modelni faktor: $\gamma_M$	1,00	
Delni faktor za nosilnost tal: $\gamma_{R;V}$	1,00	

### Rezultati:

Projektni strižni kot: $\varphi_d$	33,0 °	$m_B$	1,954	
Projektna kohezija: $c'_d$	0,5 kPa	$m_L$	1,046	
Teža tal ob temelju: q	84,0 kPa	m	1,000	
Koeficienti: $N_c$	38,64	$N_q$	26,09	$N_\gamma$ 32,59
Koeficienti: $b_c$	1,000	$b_q$	1,000	$b_\gamma$ 1,000
Koeficienti: $s_c$	1,027	$s_q$	1,026	$s_\gamma$ 0,986
Koeficienti: $i_c$	1,000	$i_q$	1,000	$i_\gamma$ 1,000
Horizontalna sila: H	0,0 kN	$\theta$	1,57	
Širina centrično obremenjenega temelja: B'			0,70 m	
Dolžina centrično obremenjenega temelja: L'			14,50 m	
Ploščina: A'			10,15 m <sup>2</sup>	
Obtežba temelja: p			260 kPa	

**Računska odpornost tal: R / A'**

**2.505 kPa**

**Računska odpornost / R2: R / A' / R2**

**Projektna odpornost tal: R<sub>d</sub>**

**25.428 kN**



	<b>GI-ZRMK D.O.O.</b>	
	NOSILNOST TAL POD PLITVIMI TEMELJI SIST EN 1997-1:2005	

**Objekt:** OPPN 184 Tacen  
**Lokacija:** Tacen, Ljubljana  
**Temelj:** TEMELJNA PLOŠČA B / L = 8 / 14,5 m  
**Komentar:** Objekt brez kletne etaže

**Mejno stanje nosilnosti**

Dodatek D  $R / A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$

### Podatki:

Strižni kot: $\varphi$	28,5 °
Kohezija: $c'$	5,6 kPa
Prostorninska teža tal: $\gamma$	18,9 kN/m <sup>3</sup>
Širina temelja B: (B<L)	8,00 m
Dolžina temelja: L	14,50 m
Globina temelja: D	0,10 m
Nagnjenost temeljne ploskve: $\alpha$	0,0 °
Vertikalna sila: $V_d$	17400,0 kN
Ekscentričnost v smeri B: $e_B$	0,00 m
Ekscentričnost v smeri L: $e_L$	0,00 m
Horizontalna sila v smeri B: $H_{d;B}$	0,0 kN
Horizontalna sila v smeri L: $H_{d;L}$	0,0 kN

### Faktorji:

Delni faktorji za parametre zemljin: $\gamma_\phi, \gamma_{c'}$	1,00	,	1,00
Modelni faktor: $\gamma_M$	1,00		
Delni faktor za nosilnost tal: $\gamma_{R;\gamma}$	1,00		

### Rezultati:

Projektni strižni kot: $\varphi_d$	28,5 °	$m_B$	1,644	
Projektna kohezija: $c'_d$	5,6 kPa	$m_L$	1,356	
Teža tal ob temelju: q	1,9 kPa	m	1,000	
Koeficienti: $N_c$	26,81	$N_q$	15,55	$N_\gamma$ 15,80
Koeficienti: $b_c$	1,000	$b_q$	1,000	$b_\gamma$ 1,000
Koeficienti: $s_c$	1,281	$s_q$	1,263	$s_\gamma$ 0,834
Koeficienti: $i_c$	1,000	$i_q$	1,000	$i_\gamma$ 1,000
Horizontalna sila: H	0,0 kN	$\theta$	1,57	
Širina centrično obremenjenega temelja: B'			8,00 m	
Dolžina centrično obremenjenega temelja: L'			14,50 m	
Ploščina: A'			116,00 m <sup>2</sup>	
Obtežba temelja: p			150 kPa	

**Računska odpornost tal:  $R / A'$**  **1.222 kPa**  
**Računska odpornost / R2:  $R / A' / R2$**   
**Projektna odpornost tal:  $R_d$**  **141.764 kN**

	<b>GI-ZRMK D.O.O.</b>	
	NOSILNOST TAL POD PLITVIMI TEMELJI SIST EN 1997-1:2005	

**Objekt:** OPPN 184 Tacen

**Mejno stanje nosilnosti**

**Lokacija:** Tacen, Ljubljana

**Temelj:** PASOVNI TEMELJ B / L = 0,7 / 14,5 m

**Komentar:** Objekt brez kletne etaže

Dodatek D  $R / A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$

### Podatki:

Strižni kot: $\varphi$	28,5 °
Kohezija: $c'$	5,6 kPa
Prostorninska teža tal: $\gamma$	18,9 kN/m <sup>3</sup>
Širina temelja B: (B<L)	0,70 m
Dolžina temelja: L	14,50 m
Globina temelja: D	0,10 m
Nagnjenost temeljne ploskve: $\alpha$	0,0 °
Vertikalna sila: $V_d$	2639,0 kN
Ekscentričnost v smeri B: $e_B$	0,00 m
Ekscentričnost v smeri L: $e_L$	0,00 m
Horizontalna sila v smeri B: $H_{d;B}$	0,0 kN
Horizontalna sila v smeri L: $H_{d;L}$	0,0 kN

### Faktorji:

Delni faktorji za parametre zemljin: $\gamma_\phi, \gamma_{c'}$	1,00	1,00
Modelni faktor: $\gamma_M$	1,00	
Delni faktor za nosilnost tal: $\gamma_{R;\gamma}$	1,00	

### Rezultati:

Projektni strižni kot: $\varphi_d$	28,5 °	$m_B$	1,954	
Projektna kohezija: $c'_d$	5,6 kPa	$m_L$	1,046	
Teža tal ob temelju: q	1,9 kPa	m	1,000	
Koeficienti: $N_c$	26,81	$N_q$	15,55	$N_\gamma$ 15,80
Koeficienti: $b_c$	1,000	$b_q$	1,000	$b_\gamma$ 1,000
Koeficienti: $s_c$	1,025	$s_q$	1,023	$s_\gamma$ 0,986
Koeficienti: $i_c$	1,000	$i_q$	1,000	$i_\gamma$ 1,000
Horizontalna sila: H	0,0 kN	$\theta$	1,57	
Širina centrično obremenjenega temelja: B'			0,70 m	
Dolžina centrično obremenjenega temelja: L'			14,50 m	
Ploščina: A'			10,15 m <sup>2</sup>	
Obtežba temelja: p			260 kPa	

**Računska odpornost tal:  $R / A'$**

**285 kPa**

**Računska odpornost / R2:  $R / A' / R2$**

**Projektna odpornost tal:  $R_d$**

**2.895 kN**

## Slope stability analysis

### Input data

#### Project

Task : Stabilnostna analiza\_OPPN 184 Tacen  
Part : profil 4  
Customer : Demaplust d.o.o.  
Author : Urban Repič, mag. inž. ok. grad.  
Date : 10. 02. 2022

#### Settings

Slovenia - EN 1997

#### Stability analysis

Verification methodology : according to EN 1997  
Earthquake analysis : Standard  
Design approach : 3 - reduction of actions (GEO, STR) and soil parameters

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		State STR		State GEO	
		Unfavourable	Favourable	Unfavourable	Favourable
Permanent actions :	$\gamma_G =$	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Variable actions :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Water load :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Partial factors for soil parameters (M)		
Permanent design situation		
Partial factor on internal friction :	$\gamma_\phi =$	1,25 [-]
Partial factor on effective cohesion :	$\gamma_c =$	1,25 [-]
Partial factor on undrained shear strength :	$\gamma_{cu} =$	1,40 [-]

#### Soil parameters

##### Qalm

Unit weight :  $\gamma = 19,20 \text{ kN/m}^3$   
Stress-state : effective  
Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 28,00^\circ$   
Cohesion of soil :  $c_{ef} = 3,50 \text{ kPa}$   
Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

##### Qalp

Unit weight :  $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$   
Stress-state : effective  
Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 29,00^\circ$   
Cohesion of soil :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

##### C/P

Unit weight :  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$   
Stress-state : effective  
Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 35,00^\circ$   
Cohesion of soil :  $c_{ef} = 20,00 \text{ kPa}$   
Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 24,00 \text{ kN/m}^3$

## Results (Stage of construction 1)

### Analysis 1

#### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 343,69 \text{ kN/m}$

Sum of passive forces :  $F_p = 429,69 \text{ kN/m}$

Sliding moment :  $M_a = 4887,25 \text{ kNm/m}$

Resisting moment :  $M_p = 6110,23 \text{ kNm/m}$

Utilization : 80,0 %

**Slope stability ACCEPTABLE**

### Analysis 2

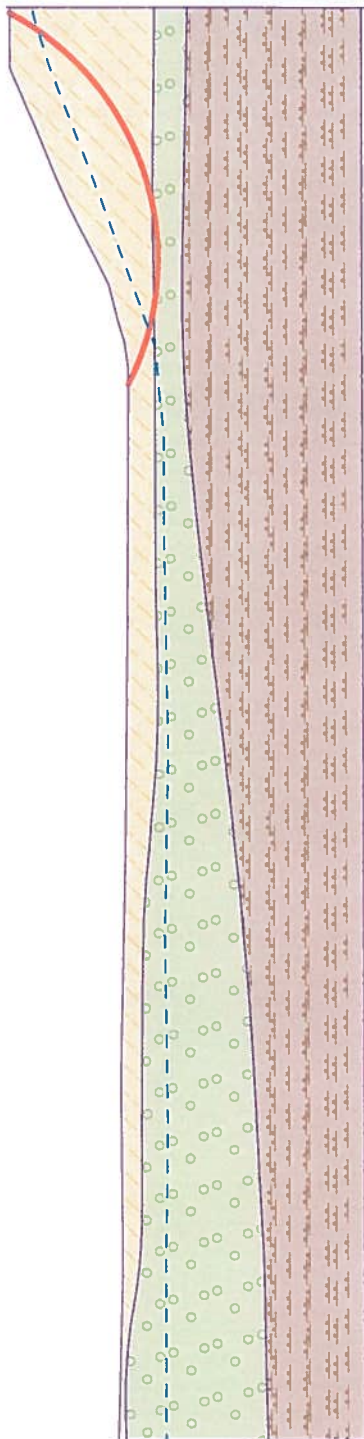
#### Slope stability verification (Janbu)

Utilization : 79,8 %

**Slope stability ACCEPTABLE**

Name :

Stage - analysis : 1 - 1



The slip surface after optimization.

**Slope stability verification (Bishop)**

Sum of active forces :  $F_a = 343,69 \text{ kN/m}$

Sum of passive forces :  $F_p = 429,69 \text{ kN/m}$

Sliding moment :  $M_a = 4887,25 \text{ kNm/m}$

Resisting moment :  $M_p = 6110,23 \text{ kNm/m}$

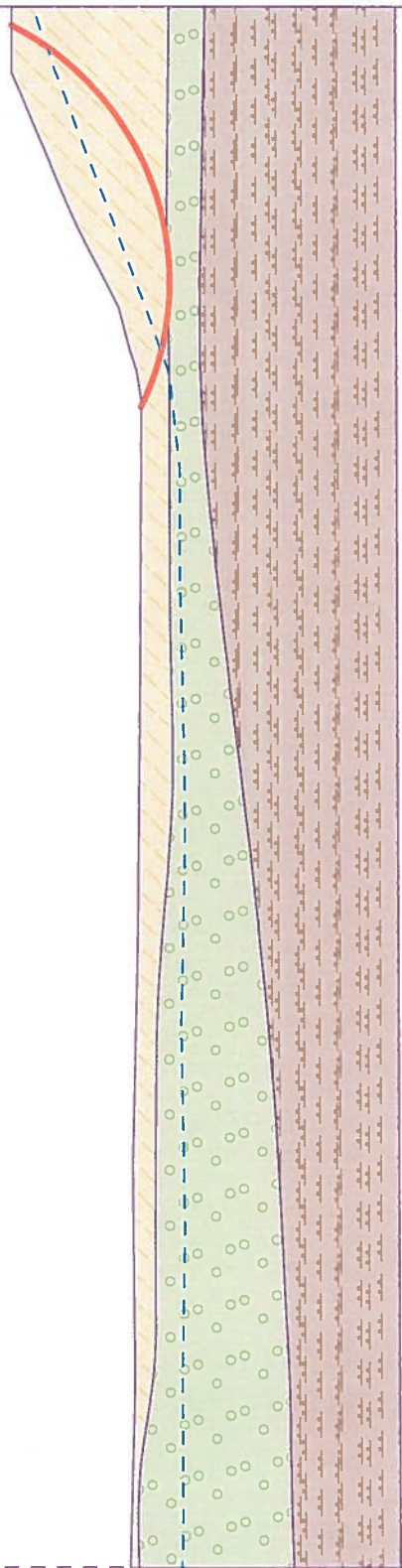
Utilization : 80,0 %

**Slope stability ACCEPTABLE**



Name :

Stage - analysis : 1 - 2



The slip surface after optimization.

**Slope stability verification (Janbu)**

Utilization : 79,8 %

**Slope stability ACCEPTABLE**

## **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

### **T.1.7 HIDROGEOLOŠKO POROČILO IN POROČILO O PLAZLJIVOSTI**

# **Hidrogeološko poročilo in poročilo o plazljivosti za OPPN občine Ljubljana št 184: Pod Šmarno goro**

Končno poročilo



Ljubljana, februar 2022

<b>Naročnik:</b>	<b>Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Dimičeva ulica 12</b> <b>1000 Ljubljana</b>
<b>Kontaktna oseba naročnika:</b>	<b>Andrej Šabec &lt;andrej.sabec@gi-zrmk.si&gt;</b>
<b>Investitor:</b>	<b>DEMA PLUS, inženiring d.o.o. Tbilisijska ulica 59, 1000 Ljubljana</b>
<b>Izvajalec:</b>	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana
<b>Soizvajalec:</b>	Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana
<b>Ponudba:</b>	16. 8. 2021 (120-1160/2021)
<b>Naročilnica:</b>	202100186 (19. 8. 2021)
<b>Evidenčna številka:</b>	
<b>Število izvodov:</b>	4
<b>Naslov poročila:</b>	Hidrogeološko poročilo in poročilo o plazljivosti za OPPN občine Ljubljana št 184: Pod Šmarno goro
<b>Datum izdelave:</b>	22. 2. 2022
<b>Avtorji:</b>	Matjaž Klasinc, univ. dipl. inž. geol. dr. Ana Novak, mag. geofiz. Nejc Bizjak, univ. dipl. inž. geol. Miroslav Medić inž. hidroteh. Blaž Pucihar, dipl. inž. geol. (UN)
<b>Vodja organizacijske enote Podzemne vode - hidrogeologija:</b>	dr. Nina Rman, univ. dipl. inž. geol.
<b>Direktor:</b>	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.

<b>Ključne besede:</b>	Prostorski načrt, hidrogeologija, podzemna voda, vrtine, črpalni preizkus, nalivalni preizkus
------------------------	---

Slika na naslovnici: Območje OPPN s piezometrično vrtino P-2/21

---

## VSEBINA

---

<b>1. Uvod .....</b>	<b>6</b>
1.1. Lega OPPN .....	6
<b>2. Terenske preiskave .....</b>	<b>9</b>
2.1. Vrtina P-1/21 .....	9
2.1.1. Tehnološki popis vrtanja vrtine P-1/21 .....	9
2.1.2. Geološki popis vrtine P-1/21 .....	9
2.1.3. Cevitev in izdelava vrtine P-1/21 .....	9
2.1.4. Aktiviranje vrtine (čiščenje, dokončanje vrtine) .....	10
2.1.5. Ureditev ustja vrtine .....	11
2.1.6. Črpalni preizkus v vrtini P-1/21 .....	11
2.2. Vrtina P-2/21 .....	12
2.2.1. Tehnološki popis vrtanja vrtine P-2/21 .....	12
2.2.2. Geološki popis vrtanja vrtine P-2/21 .....	12
2.2.3. Cevitev in izdelava vrtine P-2/21 .....	13
2.2.4. Aktiviranje vrtine (čiščenje, dokončanje vrtine) .....	13
2.2.5. Ureditev ustja vrtine .....	14
2.2.6. Črpalni preizkus v vrtini P-2/21 .....	14
2.1. Sondažni jaški .....	15
2.1.1. Jašek J-1 .....	16
2.1.2. Jašek J-2 .....	17
2.1. Meritve fizikalnokemijskih parametrov .....	20
2.2. Pregled vodnih objektov, jaškov ter vodotokov .....	21
<b>3. Monitoring podzemne vode v vrtinah .....</b>	<b>32</b>
<b>4. Hidrogeološka analiza .....</b>	<b>36</b>
4.1. Določitev koeficientov prepustnosti na podlagi rezultatov črpalnih preizkusov .....	36
4.2. Določitev koeficientov prepustnosti na podlagi rezultatov ponikalnih preizkusov v jaških J-1 in J-2 .....	37
4.3. Določitev koeficientov prepustnosti na podlagi rezultatov analiz zrnivosti .....	39
4.4. Interpretirana določitev nizke, srednje in visoke gladine podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega polja .....	39
4.5. Hidrogeološki konceptualni model .....	40
<b>5. Mnenje o plazljivosti in eroziji .....</b>	<b>43</b>



5.1. Terenski pregled plazljivosti in erozije .....	43
5.1.1. Znaki pobočnih masnih premikanj na predvidenem območju gradnje .....	49
5.1.2. Znaki pobočnih masnih premikanj in erozije severno od predvidenega območja gradnje .....	52
<b>6. Smernice za gradnjo .....</b>	<b>61</b>
6.1. Pravne ureditve.....	61
6.2. Smernice ponikanja padavinske vode.....	63
6.3. Izdelava podkletitev in ostalo .....	65
6.4. Stabilnost pregledanega območja in zaledne vode .....	66
<b>7. LITERATURA/VIRI.....</b>	<b>68</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz OPPN, vir lege OPPN: Urbiinfo, lega OPPN je približna .....	6
Slika 2 (leva slika): Iztok vode po udarcu vpihovanja zraka. ....	11
Slika 3 (desna slika): Iztok čiste vode ob koncu aktivacije. ....	11
Slika 4: Rezultati meritev med črpalnim preizkusom na vrtini P-1/21.....	12
Slika 5 (leva slika): Iztok bolj umazane vode ob začetku aktivacije.....	14
Slika 6 (desna slika): Iztok čiste vode ob koncu aktivacije. ....	14
Slika 7: Meritve med črpalnim preizkusom v vrtini P-2/21.....	15
Slika 8: (leva slika): Jašek J-1 z vgrajeno merilno sondo tik nad dnom. ....	17
Slika 9: (desna slika) Napolnjen jašek J-1.....	17
Slika 10: Meritve merilne sonde med nalivalnim preizkusom v jašku J-1 .....	17
Slika 11. Izkop jaška J-2. ....	18
Slika 12: Meritve merilne sonde med nalivalnim preizkusom v jašku J-2 med prvim nalivanjem. ....	20
Slika 13: Meritve merilne sonde med nalivalnim preizkusom v jašku J-2 med drugim nalivanjem. ....	20
Slika 14: Skica položaja izbranih točk terenskih pregledov vodnih objektov, jaškov ter vodotokov, podrobnejše so grape na Slika 40.....	22
Slika 15 (leva slika): Vodohran Policijska akademija .....	23
Slika 16 (desna slika): Jašek tenis dne 13.1.2022 .....	23
Slika 17 (desna slika): Jašek tenis dne 13.12.2021 .....	23
Slika 18 (desna slika): Izvir tenis dne 15.2.2022 .....	24
Slika 19 (leva slika): Izvir tenis dne 15.2.2022, ocenjen dotok 0,05 l/s.....	24
Slika 20 (desna slika): (Ponikalni) vodnjak in 2x jašek v ozadju, dne 15.2.2022 .....	25
Slika 21 (leva slika): Jaški 2x, pogled s severa .....	25
Slika 22 (leva slika ): Notranjost (Ponikalnega) vodnjaka pogled iz jugozahoda .....	25
Slika 23 (desna slika): Notranjost 2x jašek južni, pogled iz zahoda .....	25
Slika 24: Notranjost jaška 2x južni .....	26
Slika 25: Notranjost 2x jašek plitvi ventil .....	26
Slika 26 (desna slika): Kanal 3 malo nad vznožjem Šmarne gore, dne 13. 1. 2022.....	27
Slika 27 (leva slika): Kanal 3 pri vznožju na Šmarno goro, dne 13. 1. 2022 .....	27
Slika 28 (leva slika): Zahodna grapa, pot na Šmarno goro, pogled na jug na višjo teraso, med dežjem dne 15.2.2022.....	27

Slika 29 (leva slika): Zahodna grapa, blatno dno, med taljenjem snega dne 13.12.2021. ....	27
Slika 30 (leva slika): Majhen tok padavinske vode z zahodne grape, med dežjem dne 15.2.2022, pogled na vznožje. ....	28
Slika 31 (leva slika): Luže, omočen teren in zelo majhen tok padavinske vode z zahodne grape (kanal 3), med dežjem dne 15.2.2022, pogled na višjo teraso OPPN. ....	28
Slika 32 (leva slika): Majhen tok padavinske vode po planinski poti, med dežjem dne 15.2.2022, pogled z višje terase OPPN na nižji del OPPN. ....	28
Slika 33 (desna slika): Pogled na višjo teraso dne 21.1.2022 .....	28
Slika 34 (leva slika): Tok iz prepusta po vzhodni grapi-kanal 4, pogled na višjo teraso OPPN, dne 13.1.2022.....	29
Slika 35 (desna slika): Curljanje pri vznožju grape-kanal 4, blizu ponikanja v gozdu, slikano med padavinami dne 15.2.2022, ocena pretoka približno 0,08 l/s, ponikanje poteka približno 10 m južno 29	
Slika 36 (leva slika): Omočena lokalna depresija na višji terasi OPPN ob padavinah 15.2.2022 .....	30
Slika 37 (desna slika): Obcestni jarek proti severovzhodnemu delu OPPN, luže pravokotno na hlod so druga planinska pot na Šmarno goro.15.2.2022 .....	30
Slika 38 (leva slika): Lokalno najnižja točka ceste do Kardeljeve vile pri t.i. Jašku Zasut (Preglednica 1), 15.2.2022.....	30
Slika 39 (desna slika): Manjša erozija pri Jašku zasut, 13.1.2022.....	31
Slika 40: Interpretacija posnetka stanja pojavljanja površinskih tokov .....	31
Slika 41: Hidrograf začetnih meritev gladine spodnje podzemne vode za OPPN občine Ljubljana št 184: Pod Šmarno goro.....	33
Slika 42: Grafikon začetnih meritev GPV in temperature spodnje podzemne vode v piezometru P-1/21 .....	34
Slika 43: Grafikon začetnih meritev elektroprevodnosti spodnje podzemne vode v piezometru P-2/21 .....	35
Slika 44: Interpretacija rezultatov ponikalnega preizkusa v izkopu J-2 na grafikonu v logaritmičnem merilu, za jašek J-1 interpretacija v logaritmičnem merilu ni bila potrebna, zato je izbor vhodnih podatkov za J-1 ponazorjen pri opisu preizkusa.....	38
Slika 45: Podatki bližnjih merilnih mest, vir podatkov MOP-ARSO.....	40
Slika 46: Območje predvidene gradnje ter območje terenskega ogleda z označenimi območji, ki so stabilna, podvržena plazenju ali kažejo znake nekdanjega ali trenutnega plazenja (vir SVF podlage: Direktorat za kulturno dediščino, Ministrstvo za kulturo). Z modro prekinjeno črto so označeni manj izraziti erozijski kanali ali planinske poti podvržene eroziji. Z modro polno črto so označeni izraziti erozijski kanali. Rdeči poligoni označujejo območja obsežnejše ploskovne erozije.....	44
Slika 47: Območje predvidene gradnje ter območje terenskega ogleda z označenimi območji, ki so stabilna, podvržena plazenju ali kažejo znake nekdanjega ali trenutnega plazenja (vir DOF podlage: Geodetska uprava RS). Z modro prekinjeno črto so označeni manj izraziti erozijski kanali ali planinske poti podvržene eroziji. Z modro polno črto so označeni izraziti erozijski kanali. Rdeči poligoni označujejo območja obsežnejše ploskovne erozije. ....	45
Slika 48: Lokacije zajetih fotografij ter oštevilčeni erozijski kanali (vir SVF podlage: Direktorat za kulturno dediščino, Ministrstvo za kulturo). ....	46
Slika 49: Shematski prikaz ponikalnih sistemov; slika zgoraj levo-filtracijska polja, nasutja gramoza/proda, ponikalni jarki; slika zgoraj desno ponikalni tuneli, slika spodaj ponikalni kvadri/bloki; slika desno spodaj, primer filtracijskega polja z dovodno cevjo (vir prvih treh slik: Valenčič, 2010; vir zadnje slike DWA – A 138). ....	64

---

## KAZALO PREGLEDNIC

---

Preglednica 1: Koordinate pomembnejših objektov in pojavov v sistemu D96 .....	7
Preglednica 2: Koordinate pomembnejših objektov pretvorjene v star koordinatni sistem D48.....	8
Preglednica 3: Cevitev vrtine <b>P-1/21</b> .....	10
Preglednica 4: Cevitev vrtine <b>P-2/21</b> .....	13
Preglednica 5: Meritve fizikalno-kemijskih parametrov .....	21
Preglednica 6: Meritve položaja gladine podzemne vode v vrtinah.....	32
Preglednica 7: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta prepustnosti s črpalnimi preizkusi, ti rezultati veljajo za nasičeno cono.....	37
Preglednica 8 : Vhodni parametri izračunov koeficienta prepustnosti nalivanj v jaške.....	38
Preglednica 9 : Koeficienti prepustnosti s podatki o testiranih odsekih za jaške .....	38
Preglednica 10: Vhodni parametri in rezultati določitev prepustnosti na podlagi analiz zrnivosti .....	39
Preglednica 11: Delovna interpretacija srednje in visoke gladine .....	40
Preglednica 12: Izbor vsebine Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (prikaz števila omejitev je prilagojen, da bi bil bolj jasno predstavljen) .....	61

---

## **PRILOGE**

Priloga 1.1.: Hidrogeološki profil vrtine P-1/21

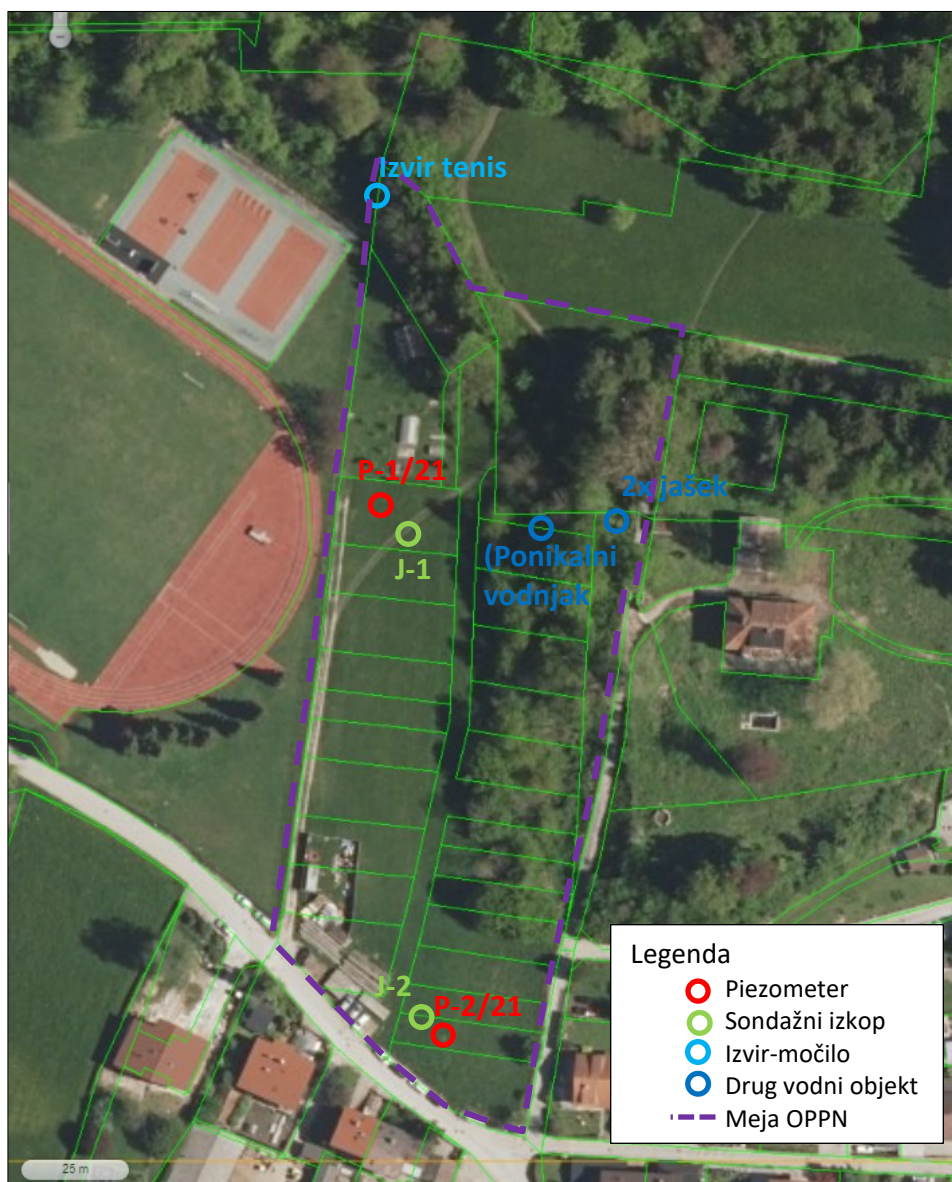
Priloga 1.2.: Hidrogeološki profil vrtine P-2/21

## 1. Uvod

Investitor načrtuje gradnjo bivalnih objektov na območju OPPN Občine Ljubljana št 184: Pod Šmarno goro. Cilj hidrogeoloških raziskav je opredeliti hidrogeološke razmere in okvirne pogoje za načrtovanje gradnje.

Raziskave bodo služile za posnetek ničelnega stanja hidrogeoloških razmer, okvirno načrtovanje možnosti ponikanja in določitve položaja gladine podzemne vode.

### 1.1. Lega OPPN



Slika 1: Prikaz OPPN, vir lege OPPN: Urbiinfo, lega OPPN je približna

Lokacija OPPN se nahaja znotraj vodovarstvenega območja z režimom varovanja III B (3b), mili režim varovanja. Koordinate pomembnejših objektov in pojavov so podane v preglednicah (Preglednica 1, Preglednica 2) in na kartah na slikah (Slika 14, Slika 40). Lokacije geomehanskih vrtin so na situaciji prikazane v poročilu Šabec s sodelavci, 2022.



Preglednica 1: Koordinate pomembnejših objektov in pojavov v sistemu D96

Ime objekta	Tip objekta/ pojava	E	N	Z ustja (m n. m.) Koper	Z površja (m n. m.) Koper	Vir Koordinat:
P-1/21	Piezometer	457988,9	109151,2	306,992	306,432	ZRMK, geodetski GPS**
P-2/21	Piezometer	458002,9	109027,7	304,93	304,5	ZRMK, geodetski GPS**
V-3/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	458025,05	109103,52	-	305,99	ZRMK, geodetski GPS**
V-4/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	457985,82	109151,40	-	306,35	ZRMK, geodetski GPS**
V-5/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	457979,65	109110,05	-	306,43	ZRMK, geodetski GPS**
V-5A/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	458006,66	109114,25	-	306,14	ZRMK, geodetski GPS**
V-6/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	457975,26	109064,07	-	305,65	ZRMK, geodetski GPS**
V-7/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	458003,11	109080,18	-	305,43	ZRMK, geodetski GPS**
V-8/21	Geomehanska vrtina, likvidirana	458007,56	109150,11	-	306,48	ZRMK, geodetski GPS**
Izkop J-1	Sondažni izkop	457996	109147	-	306,59	Atlas voda in GERK Z po Žele, 2020
Izkop J-2	Sondažni izkop	457998	109033	-	304,89	Atlas voda in GERK Z po Žele, 2020
Izvir Tenis	Izvir-močilo	457986	109223	-	309,5	Atlas voda in GERK
Jašek Tenis	Jašek odvodnje vode	457982	109216	-	307,7	Atlas voda in GERK
Vodohran Policijska akademija	Vodohran ali zajetje	457960	109332	-	348	Atlas voda in GERK
(Ponikalni) vodnjak	ponikalnica/ vodnjak	458025	109146	307,4	307,4	Atlas voda in GERK
Izvir v gozdu	Izvir-močilo	458068	109328	-	343,3	Atlas voda in GERK
Ponikanje v gozdu	Naravno območje ponikanja	458070	109234	-	314,1	Atlas voda in GERK
2x jašek plitki ventil	Jašek umetnega voda	458042,46	109149,55	310,5	309,95	po Žele, 2020
2x jašek severni	Jašek umetnega voda	458042,62	109148,76	310,5	309,95	Žele, 2020
2x jašek južni	Jašek umetnega voda	458042,69	109147,49	310,88	310,2	Žele, 2020

Ime objekta	Tip objekta/ pojava	E	N	Z ustja (m n. m.) Koper	Z površja (m n. m.) Koper	Vir Koordinat:
Jašek zasut	Jašek umetnega voda	458044	109161	311,5	311,4	po Žele, 2020

\*\* Šabec Andrej s sodelavci, 2022

Preglednica 2: Koordinate pomembnejših objektov pretvorjene v star koordinatni sistem D48

Ime objekta	GKY	GKX
P-1/21	458359,65	108664,76
P-2/21	458373,65	108541,27
Izkop J-1	458367	108661
Izkop J-2	458369	108547
Izvir tenis	458357	108737
Jašek tenis	458353	108729
Vodohran Policijska akademija	458331	108845
(Ponikalni) vodnjak	458396	108659
Izvir v gozdu	458439	108842
Ponikanje v gozdu	458441	108748
2x jašek	458413	108661
Jašek zasut	458414,7	108674,6

## 2. Terenske preiskave

### 2.1. Vrtina P-1/21

#### 2.1.1. Tehnološki popis vrtanja vrtine P-1/21

Z vrtanjem se je pričelo 10. 12. 2021 in končalo 13. 12. 2021. Vrtanje je izvajalo podjetje GEOTRANS d.o.o. Vrtina je bila izvrtana do končne globine 8 m pod površjem.

Način vrtanja:

od 0 do 8 m 133/152 mm (tehnična zaščitna kolona)

od 0 do 8 m jedrnik premera 131 mm

#### 2.1.2. Geološki popis vrtine P-1/21

##### Podroben terenski geološki popis

Globina od (m)	Globina do (m)	Iso klasifikacija	Opis (vizualno in lupa)
0	0,3	clsaSi	Travniška prst glineno peščen melj. 60 % melja, 20 % peska, 15 % gline, 5 % proda.
0,3	0,8	saSi	Peščen melj. 75 % melja, 10 % peska, 10 % gline, 5 % proda. Melj temno rjav z posameznimi prodniki-prevladujejo beli karbonatni in rdečkasti prodniki peščenjaka.
0,8	2,1	clSi	Glinast melj, približno 55 % melja, 40 % gline, 5 % prodnikov (kaotični-redki, tudi do 7 cm)
2,1	2,5	siSa	Meljast pesek, drobnnozrnat. 80 % peska, 20 % melja.
2,5	3	sisGr	Meljasto peščen prod. 50 % proda, 30 % peska, 20 % melja.
3	3,9	saGr	Peščen prod. 55 % proda, 35 % peska, 10 % melja. Večinoma rahlo zbit, s prsti gre narazen. Prodniki do 10 cm, slabo sortiran,.
3,9	6,95	saGr	Peščen prod. 65 % proda, 30 % peska, 5 % melja. Prodniki do 10 cm, prevladujejo karbonatni,
6,95	8	Ro	Skrilavi ginavec do meljevec, črn.

#### 2.1.3. Cevitev in izdelava vrtine P-1/21

Cevitev vrtine je potekala 13.12.2021. Vgrajene so bile PVC cevi s premerom 114/101 mm s filtrskimi režami širine 0,7 mm.



Slika 6: Cevitev vrtine P-1/21 s PVC cevmi.

Preglednica 3: Cevitev vrtine **P-1/21**

Od globine [m]	Do globine [m]	Premer cevi notranji/zunanji [mm]	Tip cevitve	Material [cevi]	Opombe
+0,56	0,24	143/137	Zaščitna	Železo	
+0,11	2,89	114/101	Polna	PVC	
2,89	6,89	114/101	Filtrska	PVC	Širina vodoravnih rež 0,7 mm.
6,89	7,99	114/101	Polna	PVC	

#### 2.1.4. Aktiviranje vrtine (čiščenje, dokončanje vrtine)

Aktivacija vrtine je potekala 13.12.2021. Vrtina je bila aktivirana z vpihovanjem zraka iz kompresorja s tako imenovanim enojnim in dvojnim »air-liftom«, skupaj približno 2,5 ure.

Pred aktivacijo smo izmerili gladino podzemne vode 3,94 m (od površja).

Med aktivacijo smo sapnico počasi dvigovali po območju filtrov, zraven smo ustvarjali ciklične in močnejše hidravlične udare vsakih 10 do 15 minut. Med hidravličnimi udarci je voda postala rjavo sive barve, kalna s peščeno meljnimi usedlinami. V približno enakih časovnih intervalih smo preverjali kalnost vode in količino ter sestavo usedlin v vedru. Med postopkom čiščenja je voda postajala manj kalna in z manj peščeno meljnih usedlin. Ob daljšem in zmernem dodajanju zraka proti koncu čiščenja je bila voda čista, usedlin pa je bilo za vzorec.



*Slika 2 (leva slika): Iztok vode po udarcu vpihovanja zraka.*

*Slika 3 (desna slika): Iztok čiste vode ob koncu aktivacije.*

#### **2.1.5. Ureditev ustja vrtine**

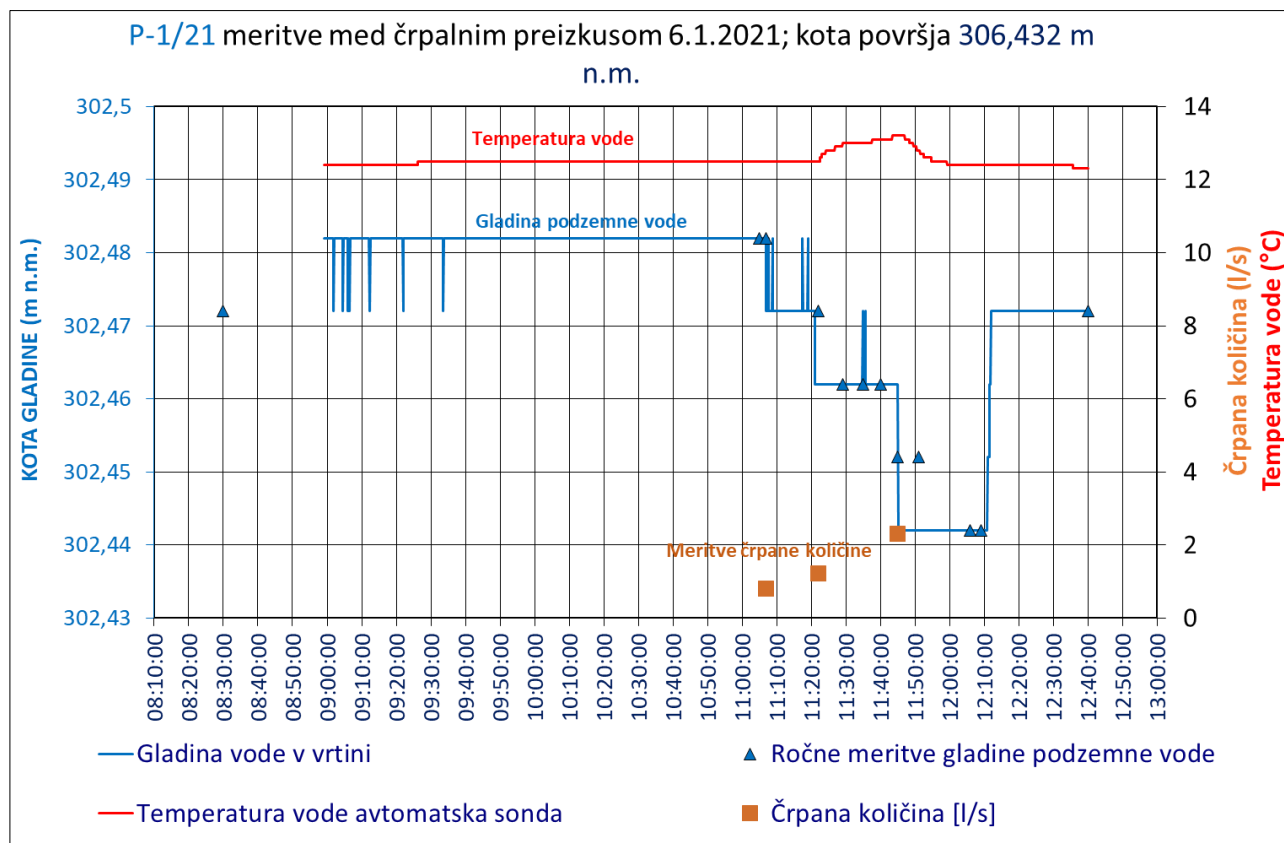
Ustje vrtine tvori jeklena zaščitna cev premera 143/137 mm s kapo, obešanko in zaklenjeno s ključavnico GeoZS. Ustje sega 0,56 m nad površje. Okrog zaščitne jeklene cevi je bil izdelan izkop, velikosti približno 60 x 60 cm za zaščitno cementacijo z betoniranjem.

#### **2.1.6. Črpalni preizkus v vrtini P-1/21**

Črpalni preizkus smo izvedli dne 6. 1. 2021. S črpanjem smo pričeli ob 11:07 in končali ob 12:02. Črpanje je potekalo s 3" (3 palično) potopno črpalko.

Zvezne meritve gladine podzemne vode, temperature in elektro prevodnosti smo merili z merilno sondo. Kontrolne meritve položaja gladine smo izvajali z ročnim merilcem.

Preizkus smo hitro zaključili, ker je bila zaradi zelo dobre prepustnosti gladina vode v vrtini hitro stabilizirana in stacionarna, izvedli smo tako imenovani stopenjski preizkus. Zaradi zelo dobre prepustnosti plasti so bila znižanja majhna.



Slika 4: Rezultati meritev med črpalnim preizkusom na vrtini P-1/21

## 2.2. Vrtina P-2/21

### 2.2.1. Tehnološki popis vrtanja vrtine P-2/21

Z vrtanjem se je pričelo 10. 12. 2021 in končalo 10. 12. 2021. Vrtanje je izvajalo podjetje GEOTRANS d.o.o. Vrtina je bila izvrtana do končne globine 7,3 m pod površjem. Način vrtanja:

od 0 do 7 m 133/152 mm (tehnična zaščitna kolona)

od 0 do 7,3 m jedrniki premera 131 mm

### 2.2.2. Geološki popis vrtanja vrtine P-2/21

#### Podroben terenski geološki popis

Globina od (m)	Globina do (m)	Iso klasifikacija	Opis
0	0,3	clsSaSi	Travniška prst glineno peščen melj. 60 % melja, 20 % gline, 15 % peska, 5 % proda.
0,3	0,9	saSi	Peščen melj. 75 % melja, 20 % drobnega peska, 5 % proda velikosti do 7 cm. Prodniki-prevladujejo beli karbonatni in rdečkasti prodniki peščenjaka.
0,9	1,4	siSa	Meljsat pesek. 75 % drobnega peska, 25 % melja.
1,4	3,05	sasiGr	Peščeno meljast prod. 55 % proda, 25 % melja, 20 % peska.



3,05	4	sisaGr	Meljasto peščen prod. 50 % proda, 30 % peska, 20 % melja. Blizu meje s konglomeratom, z večjo močjo se ga da drobiti z rokami.
4	4,9	sasiGr	Peščeno meljast prod. 55 % proda, 25 % melja, 20 % peska. Prodniki so različne sestave, karbonatni (apnenec in dolomit) in nekarbonatni (temen glinavec, peščenjak, meljevec)
4,9	7,3	Ro	Skrilavi glinavec do meljevec, črn.

### 2.2.3. Cevitev in izdelava vrtine P-2/21

Cevitev je potekala 10.12.2021.



Slika 13: Cevitev vrtine P-2/21 s PVC cevmi, na dnu je čep s konico, nato je 1 m dolga polna cev-usedalnik

Preglednica 4: Cevitev vrtine **P-2/21**

Od globine [m]	Do globine [m]	Premjer cevi notranji/zunanji [mm]	Tip cevitve	Material [cevi]	Opombe
+0,59	0,21	143/137	Zaščitna	Železo	
+0,38	2,02	114/101	Polna	PVC	
2,02	5,02	114/101	Filtrska	PVC	Širina vodoravnih rež 0,7 mm.
5,02	6,12	114/101	Polna	PVC	

### 2.2.4. Aktiviranje vrtine (čiščenje, dokončanje vrtine)

Aktivacija vrtine je potekala 13.12.2021. Vrtina je bila aktivirana z vpihovanjem zraka iz kompresorja s tako imenovanim enojnim in dvojnim »air-liftom«, skupaj približno 2,5 ure.

Pred aktivacijo smo izmerili gladino podzemne vode 3,34 m (pod površjem).

Med aktivacijo smo sapnico počasi dvigovali po območju filtrov, zraven smo ustvarjali ciklične in močnejše hidravlične udare vsakih 10 do 15 minut. Med hidravličnimi udarci je voda postala rjavo sive barve, kalna s peščeno meljnimi usedlinami. V približno enakih časovnih intervalih smo preverjali kalnost vode in količino ter sestavo usedlin v vedru. Med postopkom čiščenja je voda postajala manj kalna in z manj peščeno meljnih usedlin. Ob daljšem in zmernem dodajanju zraka proti koncu čiščenja je bila voda čista, usedlin pa je bilo za vzorec.



Slika 5 (leva slika): Izток bolj umazane vode ob začetku aktivacije.



Slika 6 (desna slika): Izток čiste vode ob koncu aktivacije.

### 2.2.5. Ureditev ustja vrtine

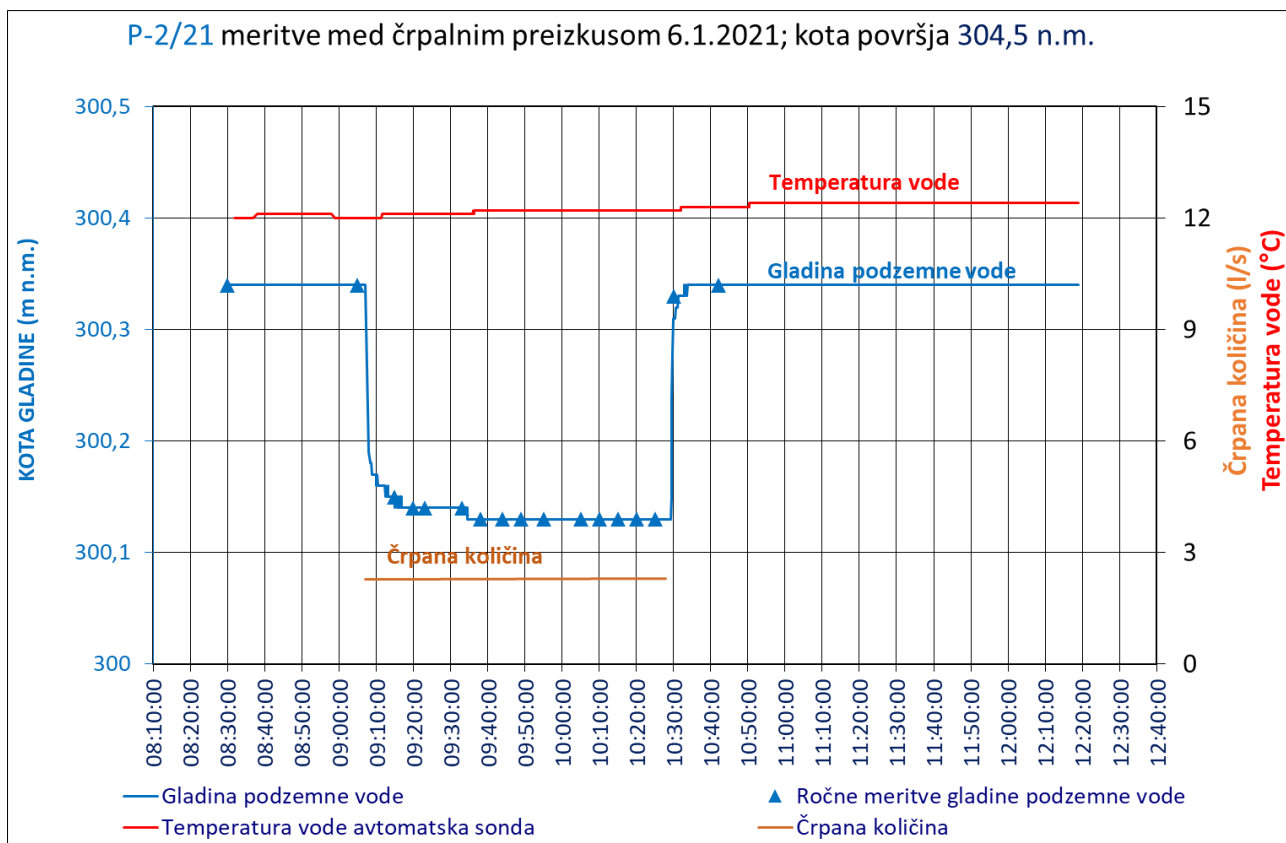
Ustje vrtine tvori jeklena zaščitna cev premera 143/137 mm s kapo, obešanko in zaklenjeno s ključavnico GeoZS. Ustje sega 0,59 m nad površje. Okrog zaščitne jeklene cevi je bil izdelan izkop, velikosti približno 60 x 60 cm za zaščitno cementacijo z betoniranjem.

### 2.2.6. Črpalni preizkus v vrtini P-2/21

Črpalni preizkus smo izvedli dne 6. 1. 2021. S črpanjem smo pričeli ob 10:07 in končali ob 10:33. Črpanje je potekalo s 3" (3 palično) potopno črpalko.

Zvezne meritve gladine podzemne vode, temperature in elektro prevodnosti smo merili z merilno sondo. Kontrolne meritve položaja gladine smo izvajali z ročnim merilcem.

Preizkus smo hitro zaključili, ker je bila zaradi zelo dobre prepustnosti gladina vode v vrtini hitro stabilizirana in stacionarna. Zaradi dobre prepustnosti plasti je bilo znižanje gladine vode v vrtini majhno, vendar večje kot v vrtini P-1/21.



Slika 7: Meritve med črpalnim preizkusom v vrtini P-2/21

## 2.1. Sondažni jaški

Jaška sta bila izvedena za izvedbo nalivalnih preizkusov ter za ugotovitev sestave tal. Jaška sta bila strojno izkopana 17.11.2021. Ta dan smo v njih iz gasilske cisterne tudi nalivali vodo.

Nalivalne poskuse smo izvedli v 2 jaških na dveh lokacijah. Jašek J-1 je bil plitkejši in smo z njim preverjali ponikanje vode plasti peščenega melja, Jašek J-2 je bil globlji in smo z njim preverjali ponikanje vode v plasteh peščenega melja in peščeno meljastega proda.

Pred poizkusom smo tik nad dno namestili merilno sondo (0,5 barsko) in jo priklopili na registrator Eltratec MRE-300. Registrator je vsako sekundo beležil višino vodnega stolpca nad sondo.

Vodo smo nalivali iz gasilskega rezervoarja prostornine 5 m<sup>3</sup> skozi vgrajen ventil in 2" gasilske cevi. Med nalivanjem smo pretok merili z nalivanjem v 25 l vedro.

Globine, ki so podane v opisih jaškov so podane od površja.

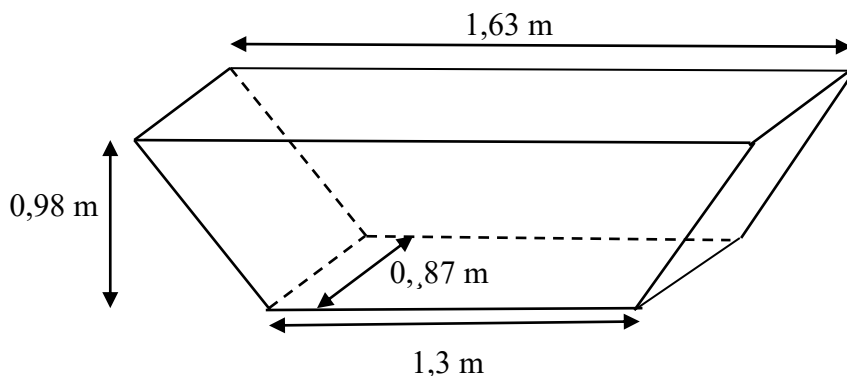
Po opravljenih geomehanskih in hidrogeoloških raziskavah smo vse izkope zasuli in povrnili v prvotno stanje.



### 2.1.1. Jašek J-1

Litološki opis plasti:

GLOBINA (od površja)	ISO KLASIFIKACIJA	OPIS
0 - 0,3 m	clsSaSi Hu	Travna ruša s humusom.
0,3 – 0,98 m	saSi	Peščen melj. 75 % melja, 10 % peska, 10 % gline, 5 % proda. Melj temno rjav z posameznimi prodniki-prevladujejo beli karbonatni in rdečkasti prodniki peščenjaka.



Skica 1 : Oblika izkopa J-1

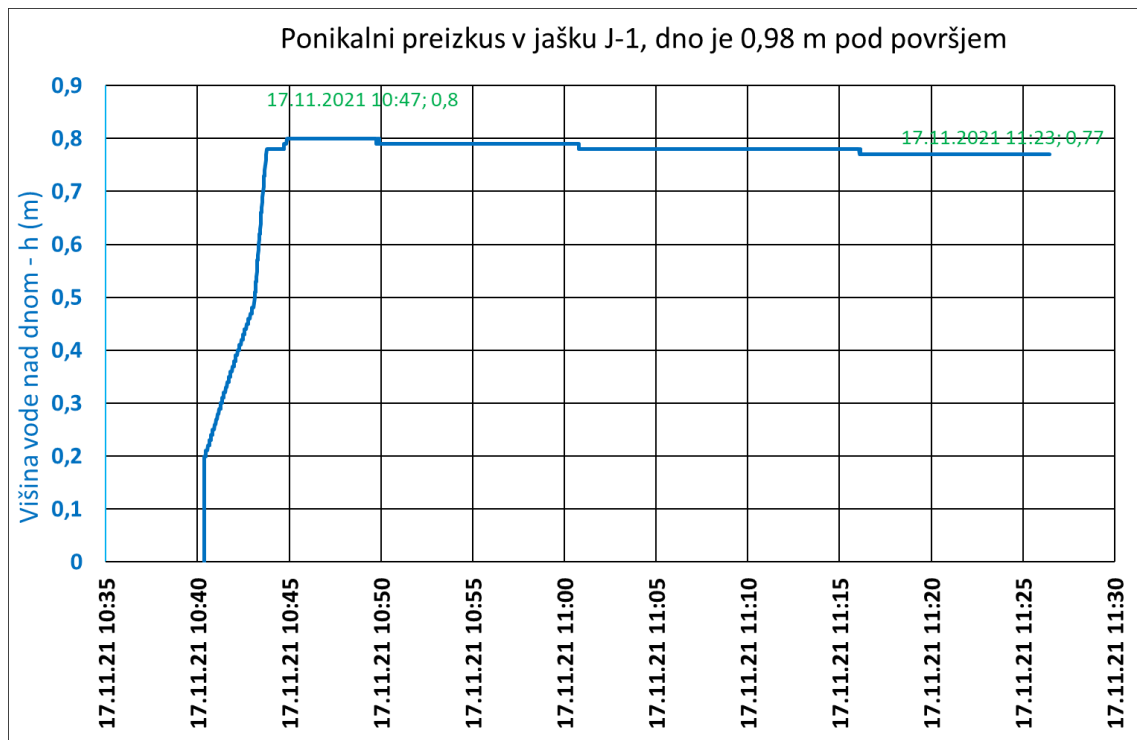
#### Nalivanje:

V jašek smo nalili ~1057 l vode. Testirani del jaška je bil na odseku globine od 0,18 - 0,98 m pod površjem. Nalivali smo s pretokom 2,5- 2,6 l/s (25l/10,1s, 25l/9,7s). Testiranje ponikanja je trajalo od 10:45 do 11:26 (Slika 10), v tem času (41 minut) je gladina vode upadla za 0,03 m. Delovanje sonde smo preverjali z ročnimi kontrolnimi meritvami.



Slika 8: (leva slika): Jašek J-1 z vgrajeno merilno sondo tik nad dnom.

Slika 9: (desna slika) Napolnjen jašek J-1.



Slika 10: Meritve merilne sonde med nalivalnim preizkusom v jašku J-1

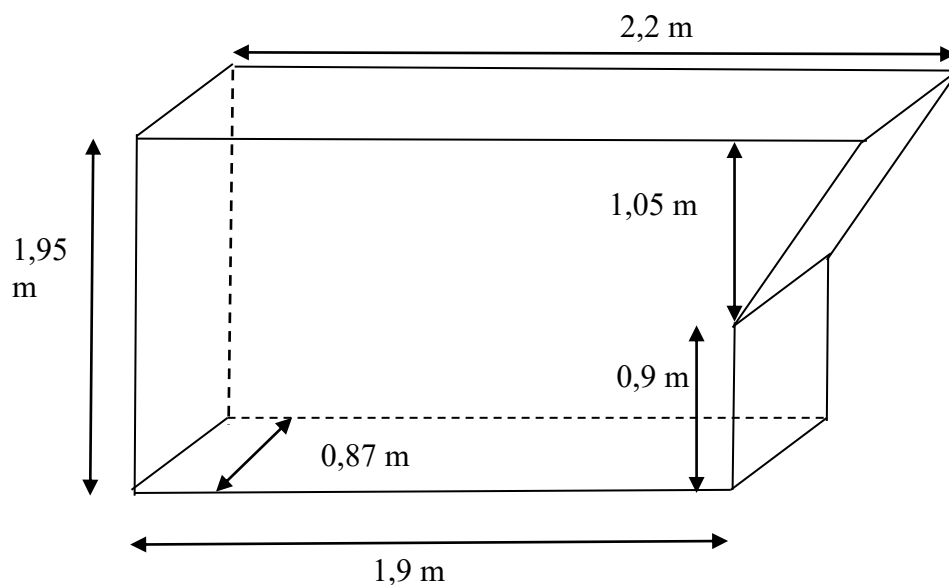
### 2.1.2. Jašek J-2

Litološki opis plasti:

GLOBINA (od površja)	ISO KLASIFIKACIJA	OPIS
0 - 0,3 m	clsaSi Hu	Travna ruša s humusom.
0,3 – 1,15 m	saSi	Peščen melj; 65% melja, 30% drobnega peska, 5% drobnih prodnikov.
1,15 – 1,95 m	sasiGr	Peščeno meljast prod. 55 % proda, 25 % melja, 20 % peska.



Slika 11. Izkop jaška J-2.



Skica 2 : Oblika jaška J-2

### Nalivanje :

V jašek smo nalili ~ 3000 l vode. Nalivali smo s pretokom 2,5- 2,6 l/s (25l/10s, 25l/9,8s). Merjenje smo začeli ob 10:00 in ga končali ob 10:24, ko se je porušil večji del stene jaška. Med nalivanjem se je zaradi sestave zemljine večkrat porušila stena izkopa. Znatna porušitev je bila med prvim in drugim nalivanjem in po koncu obeh nalivanj. Porušitev zemljine je nastala, ker je voda v izkopu poniknila, iz sipke zemljine pa se voda zaradi vsebnosti drobnozrnatih zrn še ni zdrenirala in tako je zemljna sten izkopa ob »hitrem« upadu gladine v izkopu postala nestabilna.



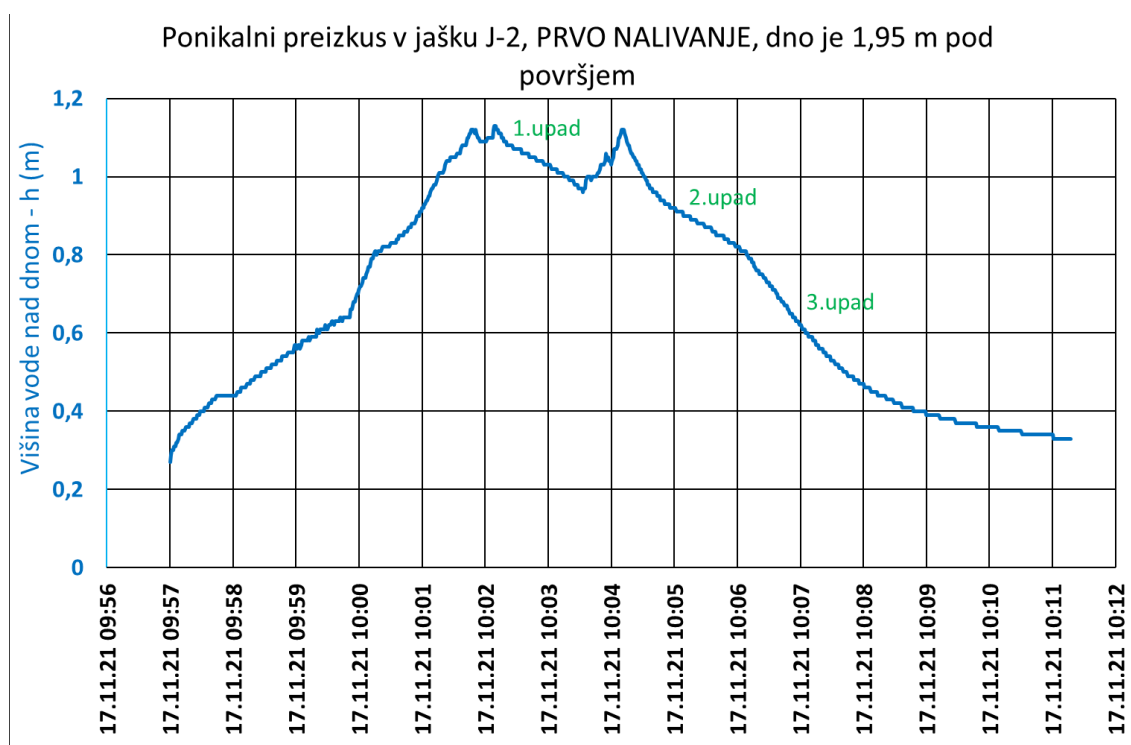


*Skica 3 (leva slika): Jašek J-2 izkopan do globine 1,95 m.*

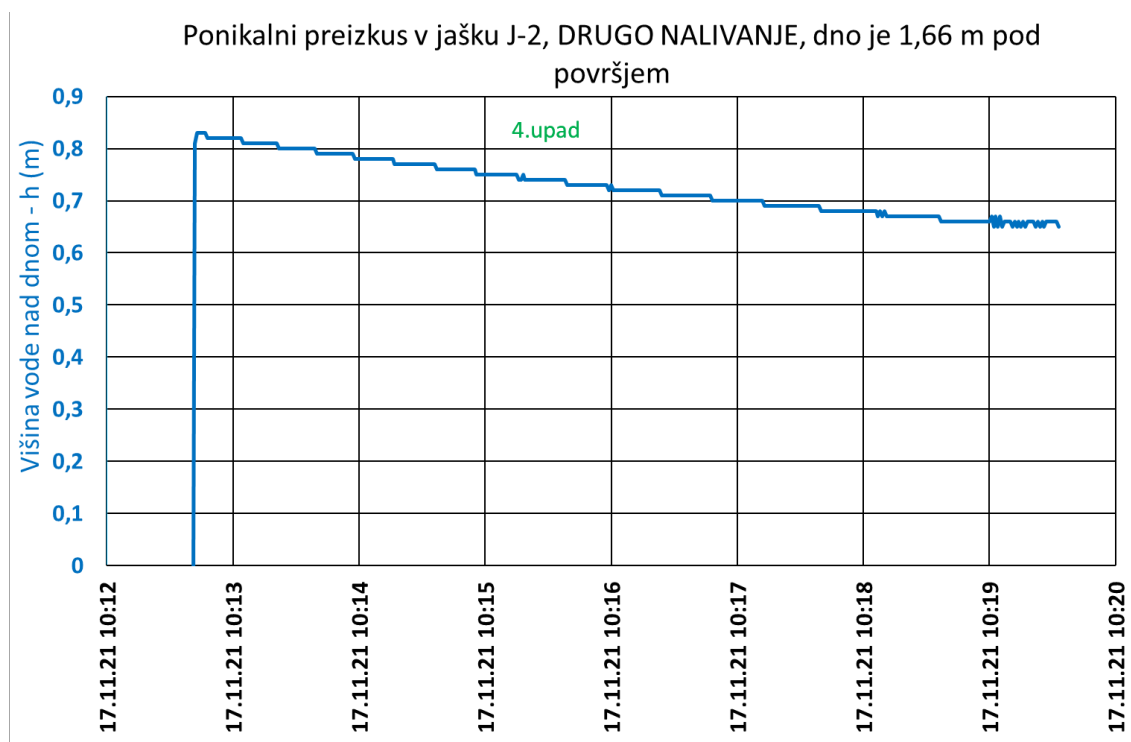
*Skica 4 (desna slika): Jašek J-2 po drugem nalivanju.*



*Skica 5 : Jašek J-2 porušitev izkopa ob koncu nalivanja.*



Slika 12: Meritve merilne sonde med nalivalnim preizkusom v jašku J-2 med prvim nalivanjem.



Slika 13: Meritve merilne sonde med nalivalnim preizkusom v jašku J-2 med drugim nalivanjem.

## 2.1. Meritve fizikalnokemijskih parametrov

Preglednica 5: Meritve fizikalno-kemijskih parametrov

Meriln o mesto	Datum	Čas	pH	EC [μS/cm] T <sub>ref</sub> =25°C	Temp [°C]	Oxi (mg/l)	Oxi (%)	ORP* [mV]	EH [mV]
P-1/21	6.1.2022	11:10	7,48	438	12,69	9,15	91%	151,6	367
P-1/21	6.1.2022	12:10	7,38	430	12,5	9,10	89,4 %	169,5	385
P-2/21	6.1.2022	9:20	7,26	459	12,44	10,77	106,5%	160,2	376
P-2/21	6.1.2022	10:30	7,19	467	12,52	10,3	101,5 %	179,1	395
Izvir tenis	6.1.2022	12:35	7,7	204	10,3	11,69	109,2%	153,7	372
2x jašek severni	11.2.2022	8:28	7,28	337	6,28	6,28	52,2%	4,6	228

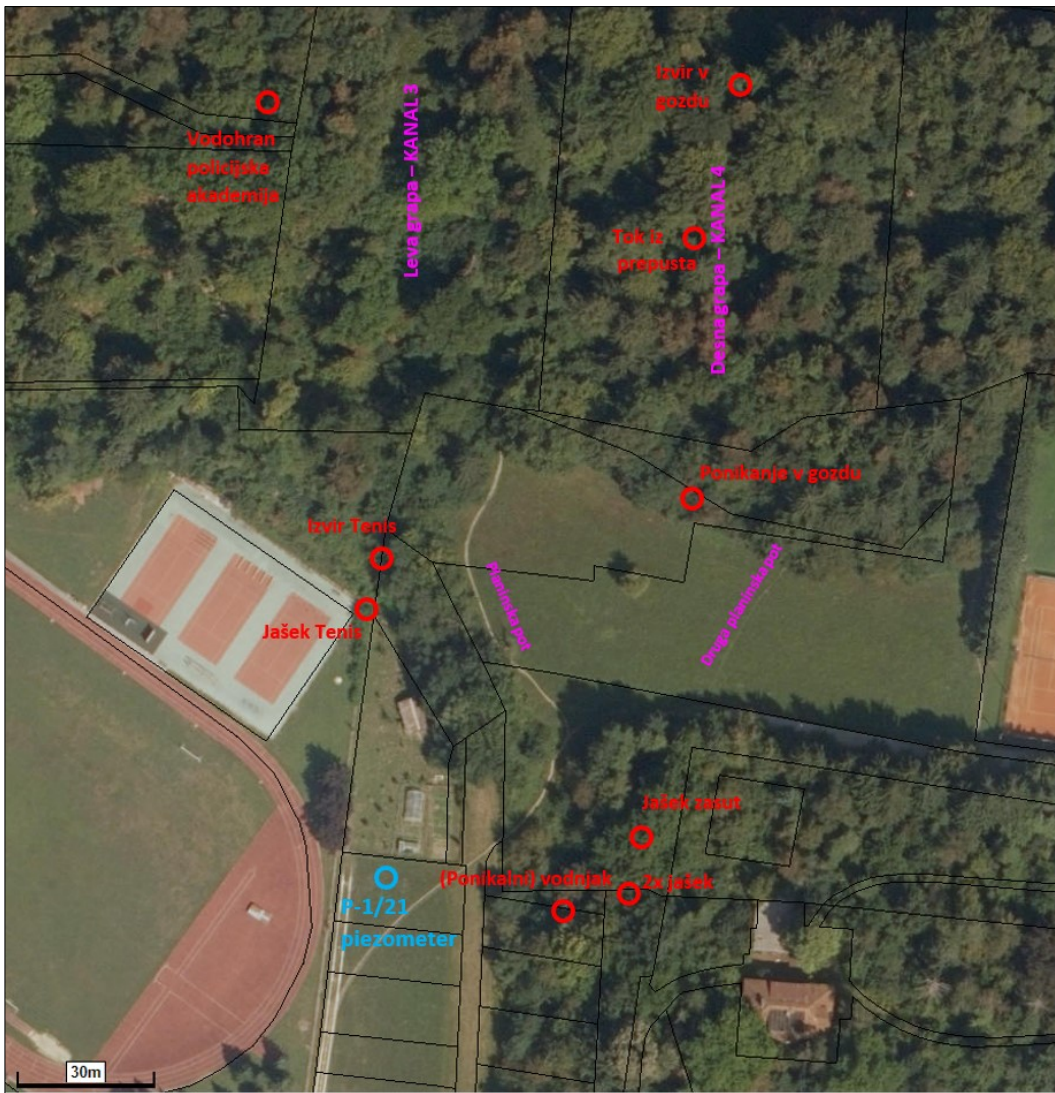
\*ORP merjen z merilnim inštrumentom HANNA S z elektrodo Ag/AgCl, KCL, 3 mol/l

Primerjava meritev fizikalno kemijskih parametrov (Preglednica 5) kaže tri različne tipe voda. Prvi tip je podzemna voda prodnega vodonosnika z najvišjo elektroprevodnostjo, drugi tip je voda Izvira Tenis, ki ima najnižjo elektroprevodnost in zaradi manjšega zadrževalnega časa (torej je bolj podobna padavinski vodi). Tretji tip vode je voda v 2x jašku severni, ki ima izrazito nižji Eh in nasičenost s kisikom, kar lahko nakazuje na daljše zadrževalne čase.

## 2.2. Pregled vodnih objektov, jaškov ter vodotokov

Pregled bližnjih vodnih objektov, jaškov in vodotokov smo izvedli v dneh 13. 12. 2021, 13. 1. 2022, in 15.2.2022 (med padavinami).





Slika 14: Skica položaja izbranih točk terenskih pregledov vodnih objektov, jaškov ter vodotokov, podrobnejše so grape na Slika 40.

V širši okolici smo zabeležili vodni zbiralnik, ki smo ga poimenovali Vodohran Policijska akademija (Slika 15), . Morda gre za zbiralnik zajetja Policijska šola v Tacnu (podatke imena sloj VVO zajetja, atlas okolja MOP-ARSO), ali drugega zajetja. Pomembneje je, da je verjetno prav iz tega zbiralnika napeljan vodovod, ki poteka skozi območje obravnavanega OPPN.

Pri vogalu ograje Policijske akademije pri tenis igriščih smo zabeležili jašek odvodnje padavinskih vod, ki smo ga poimenovali Jašek tenis (Slika 16, Slika 17). V ta jašek se steka voda iz odvodnega jarka ki poteka po severnem robu tenis igrišč Policijske akademije. Po navedbah upravljalca vrtička in vikenda, ki se nahaja v severozahodnem delu OPPN se voda iz jaška tenis pretaka po kanalu, ki približno poteka po zahodni meji OPPN do kanalizacijskega sistema.





*Slika 15 (leva slika): Vodohran Policijske akademije*



*Slika 16 (desna slika): Jašek tenisa dne 13.1.2022*



*Slika 17 (desna slika): Jašek tenisa dne 13.12.2021*

V severozahodnem delu OPPN se nahaja izvir, ki smo ga poimenovali Izvir tenis (Slika 18, Slika 19). Gre za izvir, ki je na meji med izvirom in močilom in se ne nadaljuje v površinski vodotok. Voda iz izvira se steka v bližnji jašek (Slika 19), kjer predvidoma ponika, saj iztočne cevi iz jaška nismo opazili. Predvidevamo, da gre za tip izvira ob prevoju terena. Vode je v pobočnem grušču ali produ verjetno



blizu meje s permokarbonskimi plastmi ali pri kontaktu z lečo drobnnozrnatih plasti. Sklepanje litologije na podlagi izdanka na izviru je negotovo, ker je izvir vsaj obzidan-urbaniziran.



Slika 18 (desna slika): Izvir tenis dne 15.2.2022

Slika 19 (leva slika): Izvir tenis dne 15.2.2022, ocenjen dotok 0,05 l/s

Na območju OPPN se nahajajo tudi vodni objekti, ki so bili najverjetneje izdelani za potrebe prejšnje uporabe sosednjega objekta Kardeljeva vila. Od teh objektov so pomembnejši (Ponikalni) vodnjak (Slika 20) in 2x jašek (gre za dva globlja jaška in tretji plitki jašek z ventilom, Slika 21). Ne vemo točno kakšno funkcijo so imeli ti objekti, vendar kaže, da so bili namenjeni ali oskrbi z vodo ali zbiranju in distribuciji vode. T.i. (Ponikalni) vodnjak ima premer 1,1 m in globino približno 3,03 m (Slika 22). V njem je na dnu do 3 cm vode (del dna je tudi suh, Slika 22), kar je posledica majhnega dotoka iz cevi, ki znaša red velikosti 0,02 l/s. Enako gladino vode v jašku smo izmerili v dneh 13.1.2022 in 11.2.2022 v teh dneh je bil tudi dotok vode v jašek podoben. Zelo malo je verjetno, da je bil vodnjak ob takšni prehodnosti, kot jo ima sedaj uporabljan za oskrbo z vodo, morda je do sedanje prehodne globine zasut. 2x jašek severni je prehodni do globine 1,95 m (Slika 24) voda v njem se je dne 11.2.2022 nahajala na globini 1,81 m od vrha železnega pokrova. V jašek je dotekala voda in neznane cevi iz dna, v katero je z ene strani zabiti improviziran čep (vendar voda teče mimo čepa). V 2x jašku severni je več cevi in električni kabel. Ena vodovodna cev poteka približno iz smeri brunarice Kardeljeve vile oziroma iz smeri objekta Jašek zasut in se nadaljuje proti (Ponikalnemu) vodnjaku; dve nižji cevi prav tako potekata v jašek približno iz smeri brunarice in potekata proti dnu (Slika 24). Jašek 2x severni ima v delu ki sega nad površje ob strani luknjo več decimetrskih dimenzij (Slika 20). Pokrov jaška 2x severni ima tloris 0,6 m x 0,6 m, jašek pa ima tlorisno površino 0,6 m x 0,8 m. Sosednji jašek 2x južni ima vrh 0,25 m višje od 2x jaška severni. Jašek 2x južni je bil 11.2. 2022 prehodni do globine 6,87 m. V jašku 2 x južni je: lesen podest z jeklenimi nosilci in vejevje, ki ovirajo pogled v globino; električni kabel iz kovinske cevi iz smeri Kardeljeve vile ter pod njo kovinska cev iz smeri Kardeljeve vile; v njem je še več jeklenih nosilcev. Pokrov jaška 2x severni ima tloris 0,6 m x 0,6 m, premer jaška pa znaša 1,1 m. Glede na to, da je gladina vode v 2x jašku severni približno 0,24 m višje od gladine v jašku južni sklepamo, da voda v 2x jašek južni priteka iz jaška 2x severni, tudi dne 11.2.2022 se je zdelo, da se sliši te dotoke v jašek. V jašku t.i. 2x jašek plitvi ventil (Slika 21) je le vodovodni ventil na približni globini 0,6 m (Slika 24).





Slika 20 (desna slika): (Ponikalni) vodnjak in 2x jašek v ozadju, dne 15.2.2022

Slika 21 (leva slika): Jaški 2x, pogled s severa



Slika 22 (leva slika): Notranjost (Ponikalnega) vodnjaka pogled iz jugozahoda

Slika 23 (desna slika): Notranjost 2x jašek južni, pogled iz zahoda





*Slika 24: Notranjost jaška 2x južni*



*Slika 25: Notranjost 2x jašek plitvi ventil*

Za vodo v 2x jaških predvidevamo, da gre za lokalno vodo v zvezi s ponikanjem vode, ki doteka v 2x jašek severni. Na to kaže razlika v višini gladine vode v jaških. Električna napeljava, vodovodne cevi in podest nakazujejo, da je iz jaškov potekalo črpanje vode. Predpostavljamo, da bočne odprtine, ki so nad terenom nakazujejo, da se je vsaj predvidevalo, da sta vsaj 2x jaška lahko polna vode. Izvirna prehodna globina in oprema jaškov nam ni poznana. Hipotez je mnogo in so vse negotove. Domačin, ki živi blizu nam je povedal, da je mogoče, da sedaj v jaške priteka voda iz sistema ribnika Kardeljeve vile. Dne 15. 2. 2022 smo prav tako izmerili gladino vode v 2x jaških in zabeležili manjšo razliko v višini gladin med jaškoma 2x (0,19 m). Dne 15.2.2022 je bila gladina vode v 2x jašku severni 1,84 m pod ustjem, v južnem pa 2,28 m pod ustjem. Predlagamo, da se stari vodni objekti na območju OPPN ustrezno likvidirajo, njihovo stanje pa naj se dokumentira ob likvidaciji ali pred njo.

Pregledali smo tudi pojavljanje vode v strugah vodotokov. Nad območjem OPPN se nahaja več grap. Na



območju zahodne grape-kanal 3 (Slika 26, Slika 48) je ob vznožju hriba in višje kanal, ki je ob vznožju še bolj izrazito erodiran tudi, ker je po njem pot na Šmarno goro (Slika 27). Kanal 3 je bil večinoma suh, majhen tok vode po njem smo zabeležili med padavinami 15.2.2022 (Slika 28), blaten pa je bil ob taljenju snega dne 13.12.2022 (Slika 29).



*Slika 26 (desna slika): Kanal 3 malo nad vznožjem Šmarne gore, dne 13. 1. 2022*

*Slika 27 (leva slika): Kanal 3 pri vznožju na Šmarno goro, dne 13. 1. 2022*



*Slika 28 (leva slika): Zahodna grapa, pot na Šmarno goro, pogled na jug na višjo teraso, med dežjem dne 15.2.2022.*

*Slika 29 (leva slika): Zahodna grapa, blatno dno, med taljenjem snega dne 13.12.2021.*

Primarnen odtok iz Kanala 3 je po planinski poti na višjo teraso OPPN (Slika 28). Med terenskim pregledom 15.2.2021 so se po planinski poti lokalno pojavljali manjši tokovi vode (Slika 30), posebno na in pri planinski poti je bilo območje višje terase rahlo omočeno (Slika 31). Planinska pot poteka po zelo plitvi depresiji, hkrati hoja po planinski poti zbije zemljino, ki je zato slabše prepustna od okoliškega površja in tako predstavlja lokalni odvodnik, ki se po pobočju višje terase nadaljuje na nižje območje OPPN (Slika 32). Znakov in sledov prelivanja vode preko terase od Izvira Tenis do planiske poti (Slika 32) nismo zabeležili (niti premaknjenega listja in erozijskih kanalov), je pa uporabnik vikenda pri Izviru tenis navedel, da se ob padavinah pri vikendu pojavlja nekaj vode, ki se zadrži v okolici vikenda in vrta, dokler ne ponikne.





*Slika 30 (leva slika): Majhen tok padavinske vode z zahodne grape, med dežjem dne 15.2.2022, pogled na vznožje.*

*Slika 31 (leva slika): Luže, omočen teren in zelo majhen tok padavinske vode z zahodne grape (kanal 3), med dežjem dne 15.2.2022, pogled na višjo teraso OPPN.*



*Slika 32 (leva slika): Majhen tok padavinske vode po planinski poti, med dežjem dne 15.2.2022, pogled z višje terase OPPN na nižji del OPPN.*

*Slika 33 (desna slika): Pogled na višjo teraso dne 21.1.2022*



Nad območjem OPPN se nahaja tudi vzhodna grapa, ki jo poimenujemo kanal 4. Ta grapa ima tudi površinski tok, ki se prične na izviru, ki smo ga poimenovali Izvir v gozdu (tudi na Fotografija 19). Pretok izvira je majhen, ni stalen (v suši presuši) in pogosto ni zvezen. Vendar je površinski tok pogost, posebno v drugi polovici dolžine toka (Slika 34) voda teče bolj pogosto. Vodotok je ob vseh terenskih pregledih ponikal na višji terasi nad območjem OPPN, območje ponikanja smo poimenovali Ponikanje v gozdu, dolvodno od tega ponikanja nismo opazili nadaljevanja struge kanala ali sledov nadaljevanja.



*Slika 34 (leva slika): Tok iz prepusta po vzhodni grapi-kanal 4, pogled na višjo teraso OPPN, dne 13.1.2022.*

*Slika 35 (desna slika): Curljanje pri vznožju grape-kanal 4, blizu ponikanja v gozdu, slikano med padavinami dne 15.2.2022, ocena pretoka približno 0,08 l/s, ponikanje poteka približno 10 m južno*

Travniki višje terase OPPN je bil v severovzhodnem vogalu OPPN med padavinami v depresijah lokalno omočen (Slika 36). Del padavinske vode je na severovzhodni del OPPN pritekal tudi iz vzhodne smeri iz jarka iz smeri objekta Šturmová ulica 13 (Slika 37).





*Slika 36 (leva slika): Omočena lokalna depresija na višji terasi OPPN ob padavinah 15.2.2022*

*Slika 37 (desna slika): Obcestni jarek proti severovzhodnemu delu OPPN, luže pravokotno na hlod so druga planinska pot na Šmarno goro. 15.2.2022*

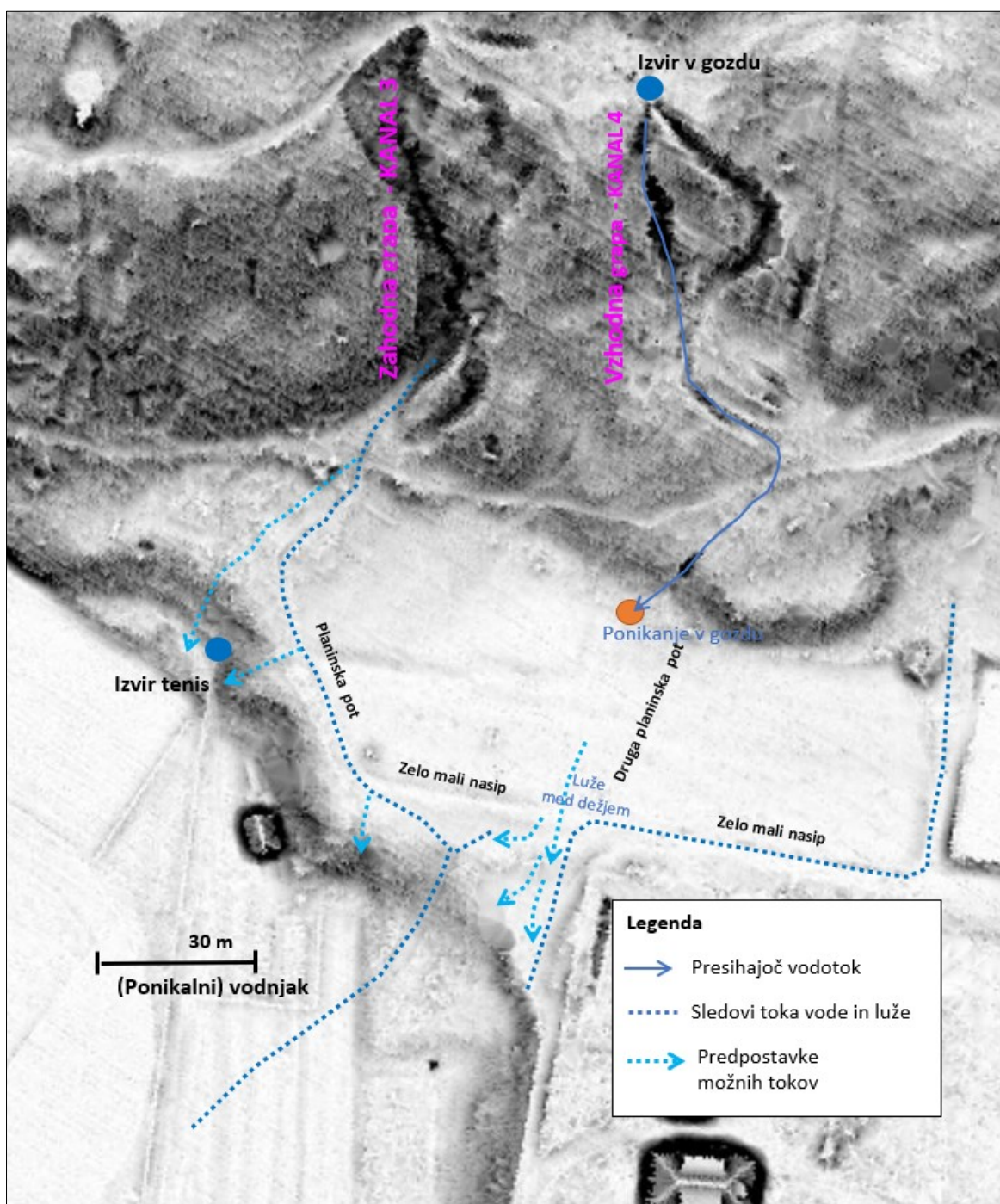
Med padavinami 15.2.2020 je padavinska voda v severovzhodnem delu OPPN ponikala lokalno razpršeno. V lokalno najnižjem delu ceste mimo Kardeljeve vile so bile luže in zelo majhni pripovršinski tokovi. Lokalno najnižja točka ceste ob Kardeljevi vili je pri jašku, ki smo ga poimenovali Jašek zasut (Slika 38, Slika 39)



*Slika 38 (leva slika): Lokalno najnižja točka ceste do Kardeljeve vile pri t.i. Jašku Zasut (Preglednica 1), 15.2.2022.*



Slika 39 (desna slika): Manjša erozija pri Jašku zasut, 13.1.2022.



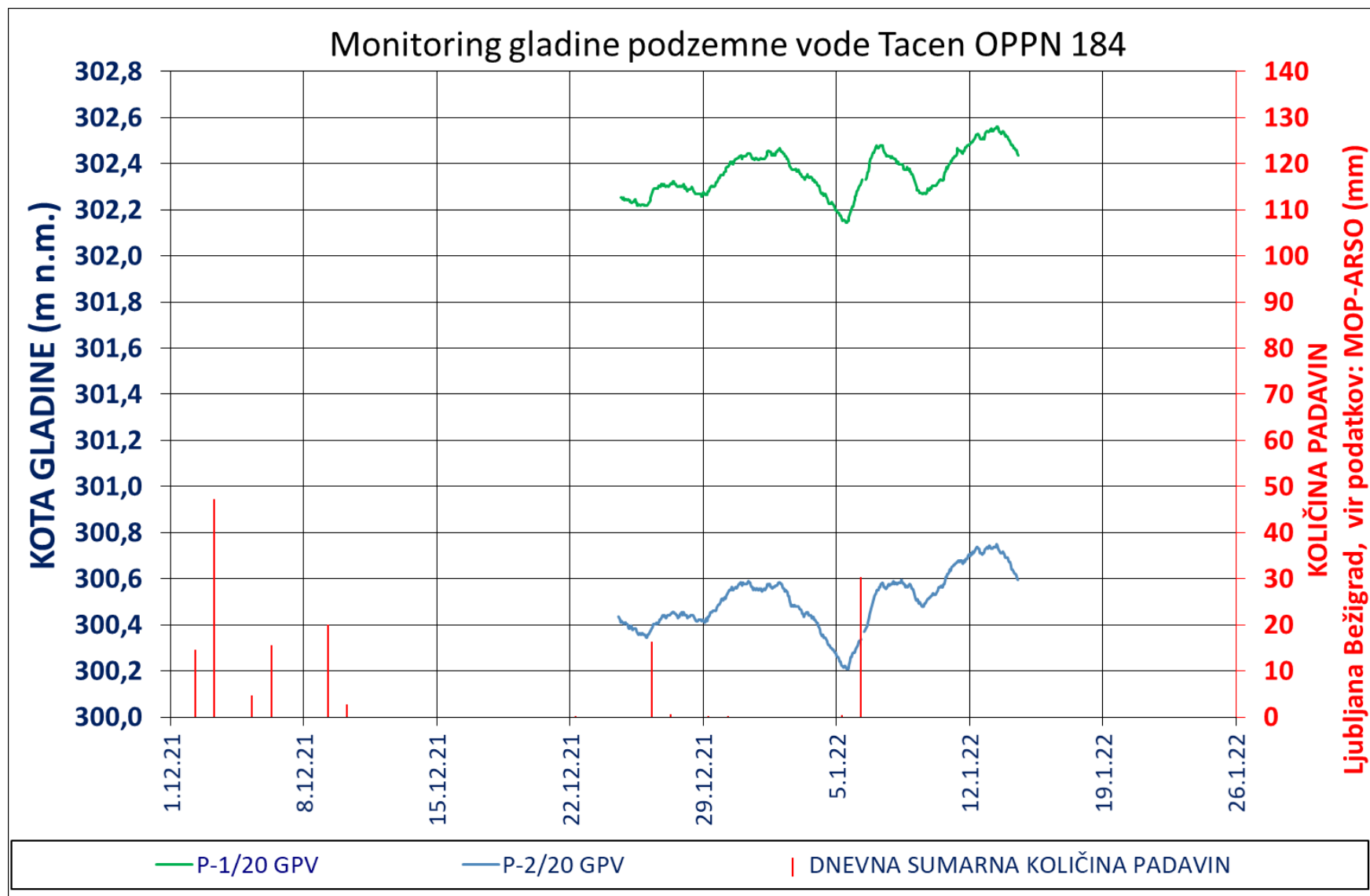
Slika 40: Interpretacija posnetka stanja pojavljanja površinskih tokov

### 3. Monitoring podzemne vode v vrtinah

Avtomatske meritve položaja gladine in temperature podzemne vode smo vzpostavili po čiščenju piezometričnih vrtin. Od takrat smo preverili delovanje avtomatskih merilnih sond z ročnimi kontrolnimi meritvami. Pred vzpostavitvijo avtomatskih meritev smo izvajali ročne meritve med in po vrtanju vrtin. Meritve gladine podzemne vode v geomehanskih vrtinah in meritve med vrtanjem piezometričnih vrtin so poleg hidrogeološke analize služile tudi za opredelitev filtrskega odseka vrtin.

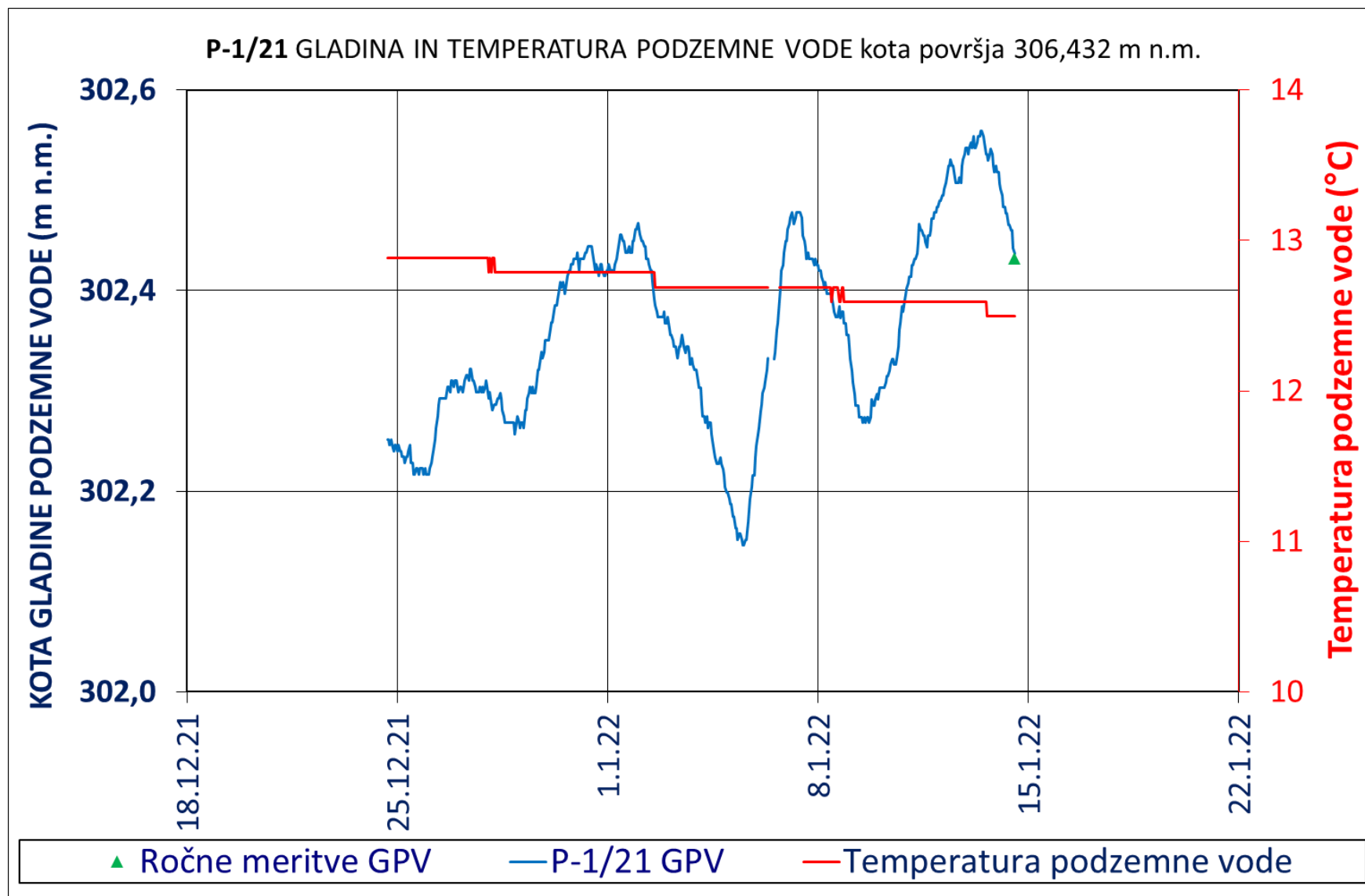
Preglednica 6: Meritve položaja gladine podzemne vode v vrtinah

Merilno mesto	Čas	Gladina podzemne vode od merilnega mesta [m]	Gladina vode od površja [m]	Kota gladine podzemne vode [m n.v.]
<b>P-1/21</b>	13.12.2021 13:05	4,03 (začasno PVC ustje, po vrtanju, se še dviguje)	3,92	302,512
<b>P-1/21</b>	14.01.2022 13:08	4,56	4,00	302,432
<b>P-1/21</b>	11.2.2022 9:00	4,69	4,13	302,302
<b>P-2/21</b>	13.12.2021 12:30	3,723 (začasno PVC ustje)	3,34	301,16
<b>P-2/21</b>	23.12.2021 12:00	4,46	3,87	300,63
<b>P-2/21</b>	14.01.2022 13:05	4,5	3,91	300,59
<b>P-2/21</b>	11.2.2022 9:00	5,02	4,43	299,91
<b>V-3/21</b>	16.11.2021		Vode med vrtanjem ni bilo, globina vrtine 6 m	
<b>V-4/21</b>	12.11.2021		3,9	302,45
<b>V-5/21</b>	15.11.2021		5,6	300,83
<b>V-5A/21</b>	15.11.2021		Vode med vrtanjem ni bilo, globina vrtine 6 m	
<b>V-6/21</b>	17.11.2021		5,4 (voda med vrtanjem)	300,25
<b>V-7/21</b>	17.11.2021		4- 4,3 (vlažno med vrtanjem)	301,43
<b>V-8/21</b>	18.11.2021		4	302,48

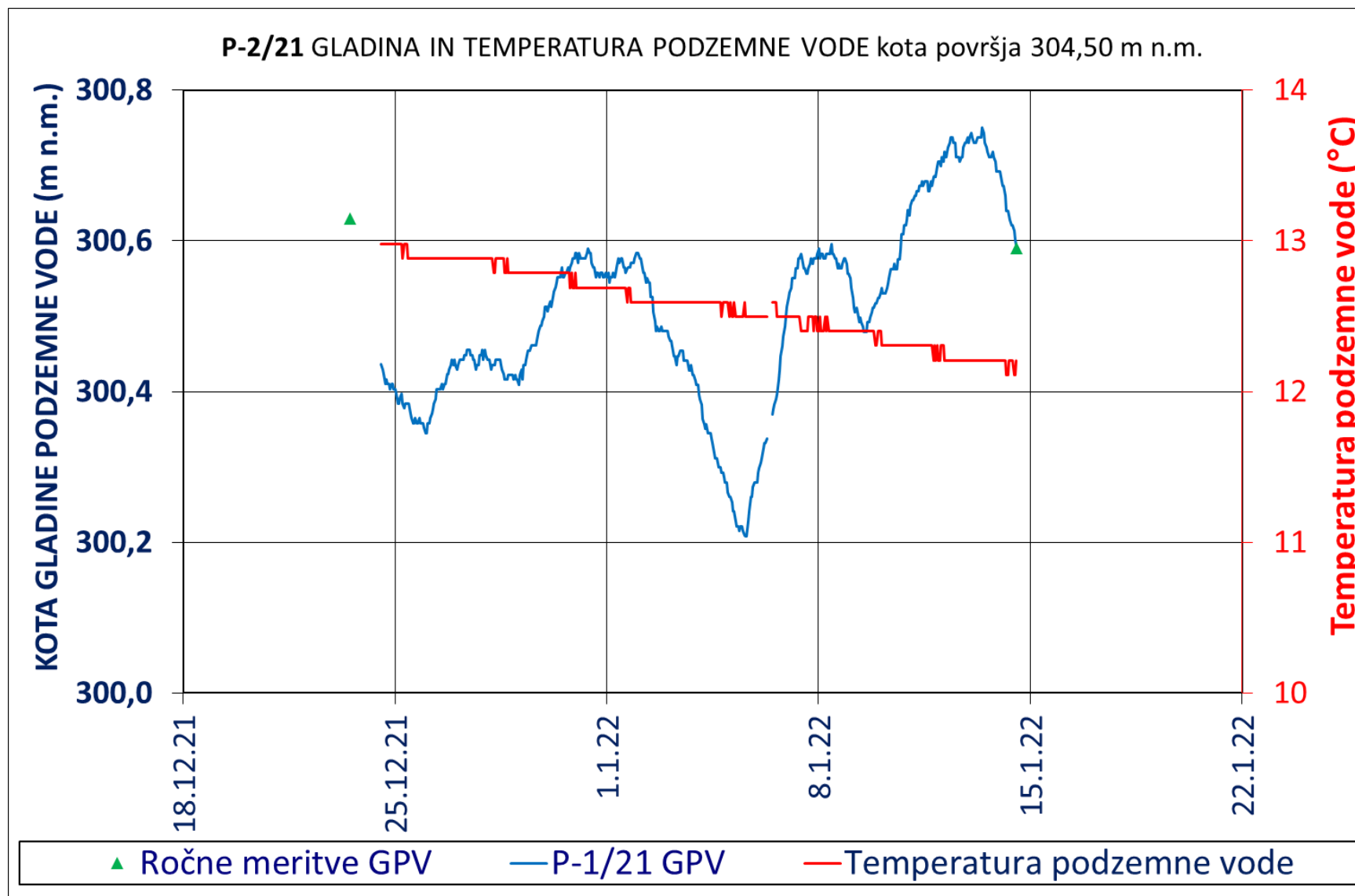


Slika 41: Hidrograf začetnih meritev gladine spodnje podzemne vode za OPPN občine Ljubljana št 184: Pod Šmarno goro





Slika 42: Grafikon začetnih meritev GPV in temperature spodnje podzemne vode v piezometru P-1/21



Slika 43: Grafikon začetnih meritev elektroprevodnosti spodnje podzemne vode v piezometru P-2/21

## 4. Hidrogeološka analiza

### 4.1. Določitev koeficientov prepustnosti na podlagi rezultatov črpalnih preizkusov

#### Teoretične osnove

*Izračun koeficienta prepustnosti po Girinski in Babuškin (Filipović, Metodika hidrogeoloških istraživanja, 1980, str. 216) ter Girinski (Filipović, Metodika hidrogeoloških istraživanja, 1980, str. 212)*

Girinski in Babuškin (odprt vodonosnik):

$$k = \frac{0,366 Q}{l \cdot s} \log \frac{0,66l}{r}$$

k	...	koeficient prepustnosti (m/s)
Q	...	črpna količina (m <sup>3</sup> /s) = 0,002 m <sup>3</sup> /s 2 l/s
r	...	polmer vrtine vključno z zasipom (m) = 114 mm = 0,114 m
s	...	doseženo znižanje (m) = 2,68 m
l	...	dolžina filtrov

#### Sichardt-ova metoda za oceno razsežnosti depresijskih lijakov

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$$

R	...	vplivni polmer lijaka (m) = radij vpliva
s	...	doseženo znižanje (m)
K	...	prepustnost (m/s)

#### Sichardt-o kriterij za preprečitev spiranja drobnozrnatih zrn

$$v_{dop} = \frac{\sqrt{k}}{15} \qquad Q_{\max} = 2 \cdot \pi \cdot V_{dop} \cdot r_{vrt} \cdot l$$

$v_{dop}$  - dopustna hitrost vode v vrtino (m/s)

$r_{vrt}$  - polmer vrtine (m)

l - dolžina filtrov (m)

**Rezultati črpalnih preizkusov**

Preglednica 7: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta prepustnosti s črpalnimi preizkusi, ti rezultati veljajo za nasičeno cono.

VRTINA	Testiran odsek globine (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	r (m)	s (m)	l (m)	k (m/s)
<b>P-1/21</b> <i>po Girinski in Babuškin</i> <i>(odprt vodonosnik)</i>	3,96 – 6,89 Prod (Gr), peščen prod (saGr)	0,00230	0,057	0,03	2,93	<b>1,46x10<sup>-2</sup></b>
<b>P-2/21</b> <i>po Girinski in Babuškin</i> <i>(odprt vodonosnik)</i>	4,16 – 4,9 Peščeno meljast prod (sasiGr) do peščen prod	0,00229	0,057	0,21	0,74	<b>5,03x10<sup>-3</sup></b>

Rezultati črpalnih preizkusov dokazujejo, da se na delu območja nove gradnje nahaja zelo dobro prepusten, obširen in izdaten medzrnski vodonosnik.

#### **4.2. Določitev koeficientov prepustnosti na podlagi rezultatov ponikalnih preizkusov v jaških J-1 in J-2**

##### **a) Teoretične osnove**

*Izračun koeficienta prepustnosti po Schneebeli-ju (Schneebeli 1987, nestacionarno stanje)*

$$k = m \cdot S \cdot 2,3 \cdot \frac{\log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)}{t_1 - t_2} \quad m = \frac{\alpha}{D} \quad \alpha = \frac{\ln\left(\frac{l}{D} + \sqrt{\left(\frac{l}{D}\right)^2 + 1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{l}{D}\right)}$$

k = koeficient prepustnosti [m/s]

h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> – višina vode nad dnom izkopa [m]

t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> – čas od začetka upadanja vode v izkopu za h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>; [s]

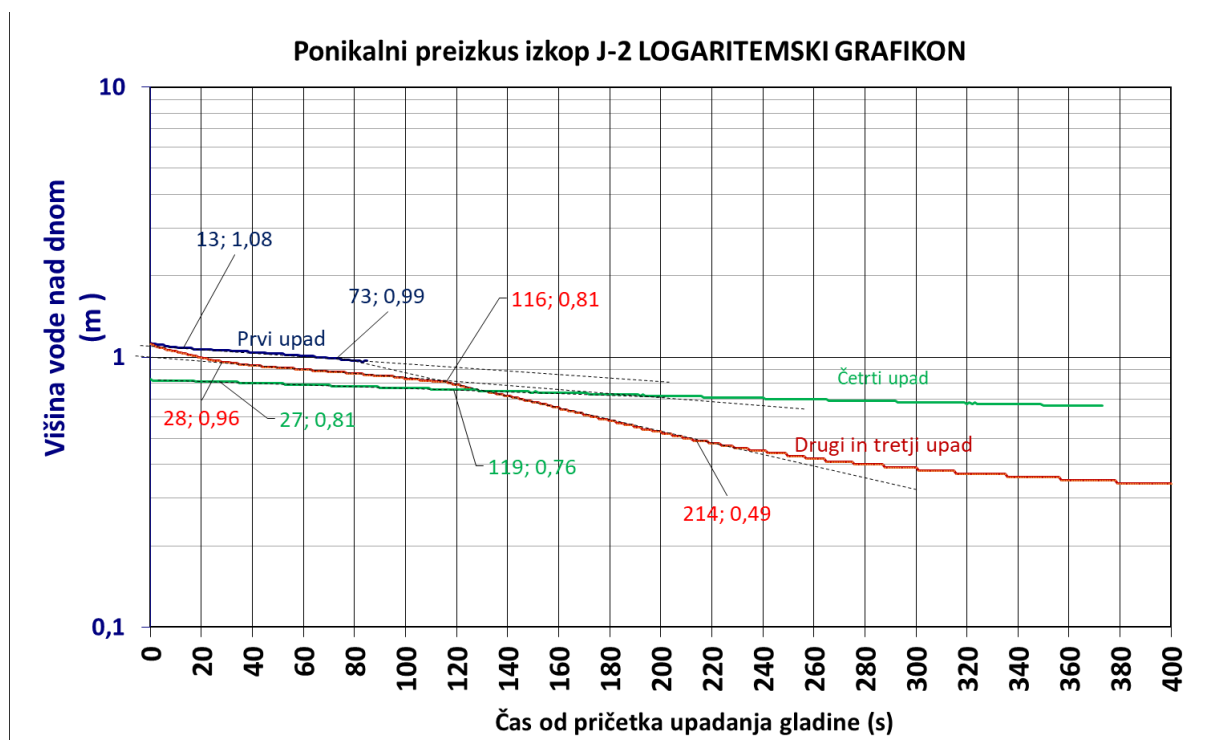
m – geometrijski faktor izkopa

l – globina dna izkope od vertikale dna izkopa [m]

D – premer izkopa – ekvivalentni [m]

S – površina gladine vode v izkopu [m<sup>2</sup>]

##### *Vhodni Parametri za izračune*



Slika 44: Interpretacija rezultatov ponikalnega preizkusa v izkopu J-2 na grafikonu v logaritmičnem merilu, za jašek J-1 interpretacija v logaritmičnem merilu ni bila potrebna, zato je izbor vhodnih podatkov za J-1 ponazorjen pri opisu preizkusa

Preglednica 8 : Vhodni parametri izračunov koeficienta prepustnosti nalivanja v jaške

JAŠEK	s [m <sup>2</sup> ]	D [m]	l [m]	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	Δt
J-1	1,37	1,32	0,05	0,8	0,77	2177
J-2 prvi upad	1,70	1,47	0,05	1,08	0,99	60
J-2 drugi upad	1,67	1,45	0,05	0,96	0,81	88
J-2 tretji upad	1,65	1,45	0,05	0,81	0,49	98
J-2 četrti upad	1,7	1,47	0,05	0,81	0,76	92

## b) Rezultati nalivalnih poskusov v jaških

Preglednica 9 : Koeficienti prepustnosti s podatki o testiranih odsekih za jaške

IZKOP	KOEFICIENT PREPUSTNOSTI [m/s]	TESTIRAN ODSEK GLOBINE [m]	PREVLADUJOČA LITOLOGIJA
<b>J-1</b>	<b>2,89x10<sup>-6</sup></b>	<b>0,18 – 0,98</b>	<b>peščen melj s prodniki in glino, saSi</b>
J-2 prvi upad	2,66x10 <sup>-4</sup>	0,87 – 1,95	Peščeno meljast prod (sasiGr) in peščen melj (saSi)
J-2 drugi upad	3,51x10 <sup>-4</sup>	0,99 – 1,95	Peščeno meljast prod (sasiGr) in peščen melj (saSi)
<b>J-2 tretji upad</b>	<b>9,28x10<sup>-4</sup></b>	<b>1,14 – 1,95</b>	<b>Peščeno meljast prod (sasiGr)</b>
J-2 četrti upad	(1,27x10 <sup>-4</sup> )	(0,85 – 1,66)	Zarušen izkop porušenega peščenega melja na/in peščeno meljastega peska



Za reprezentativen koeficient za peščen melj s prodniki in glino (**saSi**) priporočamo  $2,89 \times 10^{-6}$  m/s. Za reprezentativen koeficient za peščeno meljast prod (**sasiGr**) za območje jaška J-2 priporočamo  $9,28 \times 10^{-4}$  m/s.

Ti rezultati veljajo za nenasičeno cono.

#### 4.3. Določitev koeficientov prepustnosti na podlagi rezultatov analiz zrnivosti

USBR:

HAZEN:

$$k = 1,16 \cdot d_{10}^2 \quad k = 0,36 \cdot (d_{20})^{2,3}$$

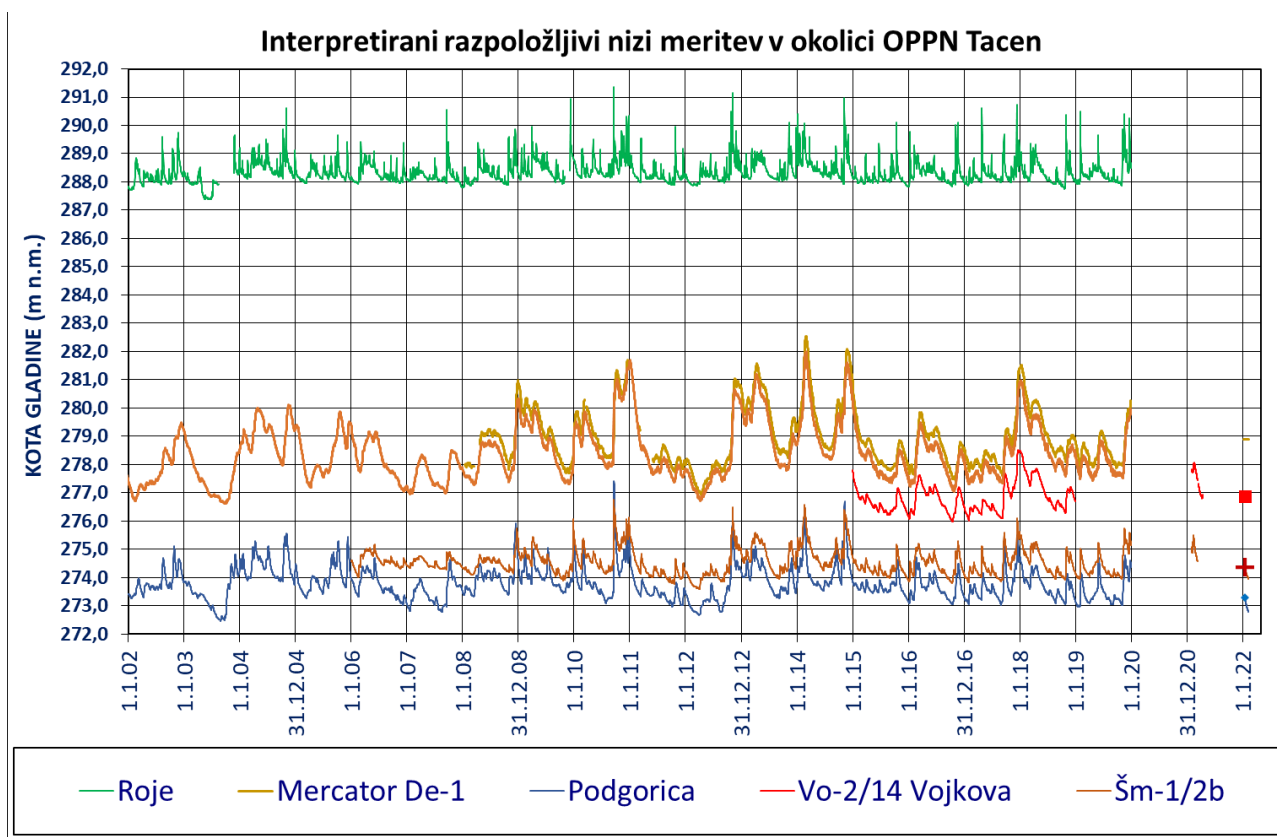
Preglednica 10: Vhodni parametri in rezultati določitev prepustnosti na podlagi analiz zrnivosti

Vrtina (globina vzorca)	d <sub>10</sub> (mm)	d <sub>20</sub> (mm)	Litologija	K – HAZEN (m/s)	K – USBR (m/s)	Komentar
2,3 -2,8	0,094	0,61	saGr	$1,02 \times 10^{-4}$	$1,15 \times 10^{-3}$	Rezultati črpalnih preizkusov se bolj skladajo z vrednostimi USBR. HAZEN temelji bolj na peščenih sedimentih.

Ocenjujemo, da je metoda po USBR za ta proden sediment bolj ustrezna. Metoda HAZEN temelji bolj na peščenih sedimentih.

#### 4.4. Interpretirana določitev nizke, srednje in visoke gladine podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega polja

Na podlagi arhivskih meritev smo primerjali rezultate naših meritev ter interpretirali položaj srednje visoke in najvišje gladine podzemne vode. V tej fazi smo primerjali rezultate meritev 14. 1. 2021 z arhivskimi podatki bližnjih merilnih mest monitoringa podzemnih voda. V bistvu je obdobje meritev na sami lokaciji kratko, hkrati pa v zelo bližnji okolici na levem bregu reke Save ne razpolagamo z dolgoletnimi meritvami. Določene okvirne ocene lahko povzamemo na podlagi meritev gladin podzemne vode državnega monitoringa v okolici in na podlagi navedb domačinov o pojavljanju vode v kletih (graditelj objekta Rocenska ulica 35 je navedel, da je ob poplavah v devedesetih letih v kleti bilo približno 0,3 m vode in da je klet temeljena v prod), okviren položaj visokih podzemnih vod lahko inducirajo tudi poplavne karte površinskih vod (reka Sava). Izvedli smo primerjavo z mnogimi merilnimi mesti državnega monitoringa. Z analizo podatkov monitoringa merilnih mest Roje in ŠM-1/2b (pri vodarni Hrastje) smo določili, da je bila gladina podzemne vode na območju obravnavanega OPPN dne 14.1.2022 okvirno 0,19 m pod srednjo gladino. Po podatkih monitoringa merilnih mest podzemne vode na lokacijah Roje in Kleče (povprečje) se visoka gladina dvigne približno 3,28 m nad višino srednje gladine podzemne vode.



Slika 45: Podatki bližnjih merilnih mest, vir podatkov MOP-ARSO.

Na podlagi te analize smo določili koto srednje in najvišje gladine podzemne vode merilnih mest P-1/21 in P-2/21. (Preglednica 11)

Preglednica 11: Delovna interpretacija srednje in visoke gladine

Vrtina	kota GPV 14.1.2022	Interpretirana kota srednje gladine	Interpretirana koto višje/najvišje gladine
P-1/21	302,432	302,62	305,9
P-2/21	300,59	300,78	304,06

Podobne razlike višin med srednjo in najvišjo gladino podzemne vode so opredeljene tudi v poročilih avtorjev Prestor s sodelavci (2008 in 2008a), kjer je najvišja gladina podzemne vode interpretirana 3 m nad srednjo. Interpretacijo določitve srednje in najvišje gladine je smiselno preveriti vsaj po obdobju enega hidrološkega leta. Podati je možno tudi drugačne interpretacije na primer, da je koto visoke gladine bolj neposredno enaka višini gladine vode v reki Savi, kar je interpretirano v poročilu avtorja Prestor (1999) za objekt sicer 100 m južneje od južne meje obravnavanega OPPN. Okvirno odčitana koto gladine 100 letne vode v Savi znaša 303,7 m n.m (odčitek Atlas voda, integralna karta globin pri Q100-iKG100Si (VK)).

#### 4.5. Hidrogeološki konceptualni model

Od površja se pojavljajo naslednje skupine plasti- Okrajšave plasti se navezujejo na geomehansko poročilo Šabec s sodelavci 2022:

- 1. skupina plasti (Qalm) – prst in plasti peščeno glinenega melja, meljastega peska, glinastega melja:** pri površju so večinoma travniška in gozdna tla, ki segajo do približne globine 0,3 m. Pod tlemi se nahajajo plasti, kjer prevladujejo melj, pesek glina in

posamezni prodniki. Debelina prve skupine plasti je spremenljiva in znaša približno od 0,8 m do 2,3 m. Povprečna debelina na spodnji terasi je približno 1,2 m. Pogosto je v spodnjem 0,3 m delu plasti 1 skupine večji delež peska kot v zgornjem delu. Koeficient prepustnosti plasti peščenega melja s prodniki interpretiramo na red velikosti  $k \approx 2,89 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ . V severozahodnem delu na mestu vrtine P-1/21 in izkopa J-1 smo zabeležili tudi plasti glinastega melja s posameznimi prodniki, za te plasti privzemamo vsaj en red velikosti nižji koeficient prepustnosti in sicer  $k \approx 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ . Kot povprečen koeficient prepustnosti prve skupine plasti interpretiramo vrednosti reda velikosti  $9 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ . Po klasifikacijah (npr. Prestor s sodelavci 2006) je prepustnost podobnih redov velikosti opredeljena kot srednja, vendar je za ponikanje to večinoma neugodna prepustnost in veliko ponikalnih objektov v večji meri zadržuje vodo kot pa ponika. Plasti 1. skupine so vlažne, veliko večino časa plasti niso polno zasičene z vodo in v njih se podzemna voda pretaka navzdol proti plastem 2. skupine plasti. Ob interpretirani najvišji gladini podzemne vode na podlagi sedanjih raziskav za območje večine OPPN ne moremo izključiti, da so plasti 1. skupine plasti lahko ob izredno visokem vodnem stanju podzemne vode lahko tudi polno zasičene zaradi dotokov podzemne vode od spodaj in padavinske vode ali puščanja umetnih vodov od zgoraj.

2. **skupina plasti (QAlp) – prod, peščen prod, meljasto peščen prod, malo konglomerata:** vrh 2. skupine plasti se prične na približnem intervalu globine 1,2 m na večini območja OPPN, v severozahodnem delu nižje terase in na območjih teras se vrh 2. skupine plasti prične globlje in sicer tudi na globini večji od 2,3 m. 2. skupina plasti sega do približne povprečne globine 5,7 m, vendar je globina dna 2. skupine plasti spremenljiva, dno 2. skupine plasti je bilo zabeleženo na globinah od 7,2 m do 3,2 m. Na splošno se globina do dna 2. skupine plasti veča v smeri od severa proti jugu in v smeri od vzhoda proti zahodu. V osrednjem delu (vrtina V-3) se nahaja »izboklina v podlagi« (pogovorno), kjer je globina dna prodnih plasti manjša, na mestu vrtine V-3 se podlaga nahaja 3,2 m pod površjem. Za drugo skupino plasti privzemamo vrednost koeficienta prepustnosti reda velikosti  $6,85 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  (povprečje črpalnih preizkusov P-1/21 in P-2/21 in nalivalnega v J-2). Plasti 2. skupine so del vodonosnika Ljubljanskega polja. Srednja gladina podzemne vode se nahaja približno 3,5 do 4 m pod površjem. Po prvi interpretaciji se gladina podzemne vode ob najvišjem vodnem stanju podzemne vode lahko dvigne 3,28 m višje od gladine srednje podzemne vode. Plasti 2. skupine v srednjem in nizkem vodnem stanju niso v celotnem prostoru nasičene z vodo, ob srednjem in nižjem vodnem stanju s plasti 2 skupine suhe na območju izbokline v podlagi (pri vrtini V-3) in tudi v vzhodnem delu območja OPPN, posebno v osrednje vzhodnem delu (prerezi ŠABEC s sodelavci, 2022). Smer toka v 2. skupini plasti je od severa proti jugu, tam in kadar so plasti 2. skupine je smer toka po vpadu podlage, ki je približno proti jugozahodu. Zabeležbe pojavov vode v geomehanskih vrtinah in arhivske meritve na okoliških vodnjakih ne kažejo povijanja smeri proti vzhodu ali zahodu. Gradient toka med vrtinama P-1/21 in P-2/21 je 0,015. Privzeta efektivna poroznost je 0,15. Ob upoštevanju prepustnosti nasičene cone  $9,82 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  (povprečje črpalnih preizkusov P-1/21 in P-2/21) znaša hitrost toka podzemne vode v 2. skupini plasti približno 85 m/dan kar je izredno velika interpretirana hitrost. Po literaturnih podatkih vrednost koeficienta prepustnosti v drugi skupini plasti pogosto varira med  $1,00 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  do  $1,00 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ .
3. **skupina plasti (C/P) – skrilavi glinavec in meljevec:** plasti skrilavega glinavca in meljevca tvorijo podlago vodonosnika. V kolikor so kje plasti 2. skupine odsotne tudi podlago teh plasti (sedanje raziskave tega niso zabeležile). Prepustnost 3. skupine plasti je slaba do zelo slaba s koeficientom prepustnosti  $k < 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ , pogosto se upošteva  $k \approx 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$

Predvidevamo, da je na višji terasi večja debelena plasti Qalm in da so plasti s prodom lahko slabše prepustne, možni so tudi pojavi visečih podzemnih vod v teh plasteh. Hidrogeološke razmere višje

terase naj se podrobneje interpretirajo v sklopu nadaljnjih faz projektne dokumentacije.

## **5. Mnenje o plazljivosti in eroziji**

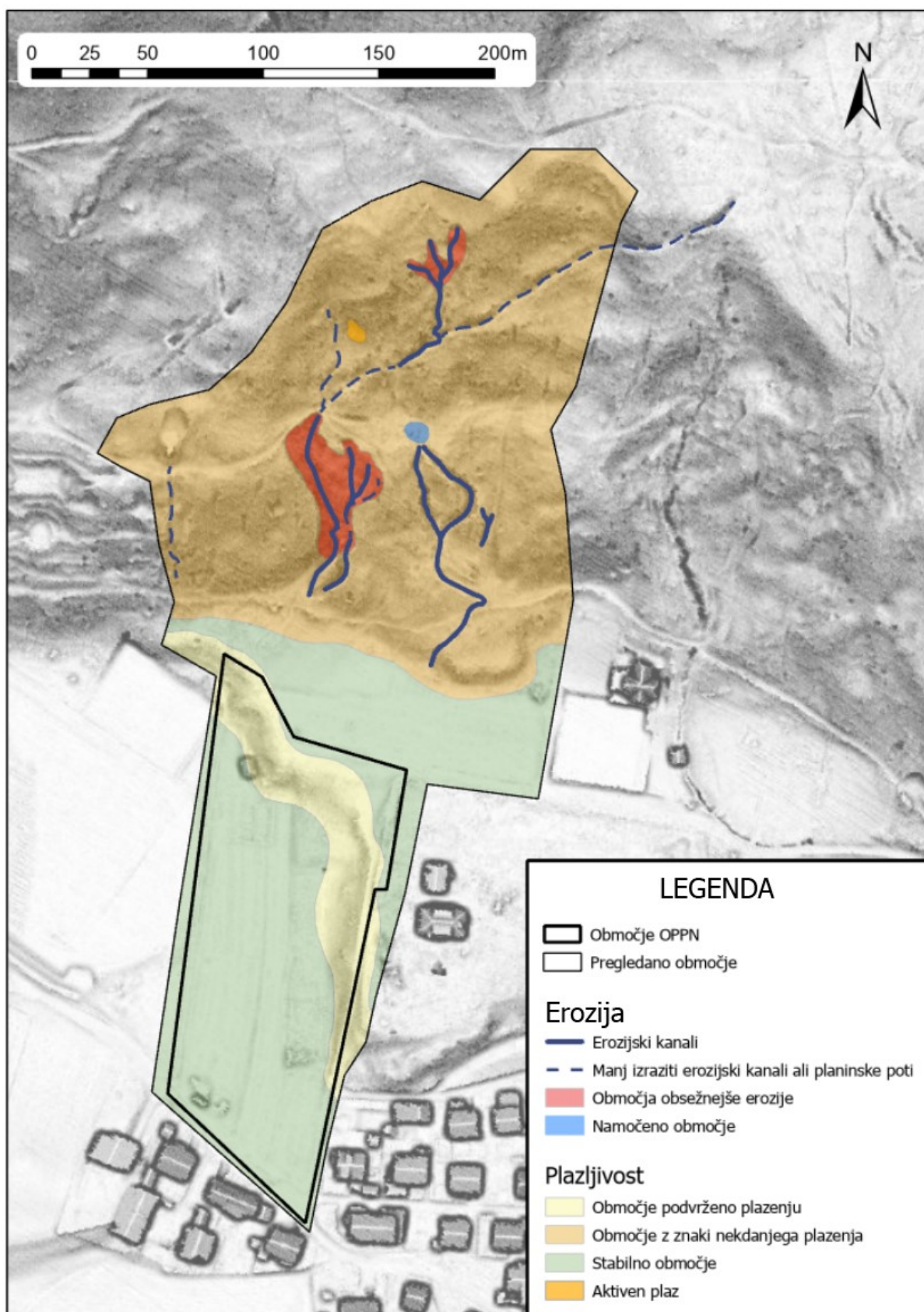
### **5.1. Terenski pregled plazljivosti in erozije**

Inženirsko-geološki ogled območja z vidika plazljivosti in erozije je bil opravljen v januarju 2022.

Terensko delo je obsegalo podroben terenski ogled širše okolice območja predvidene gradnje (Slika 46 in Slika 47).

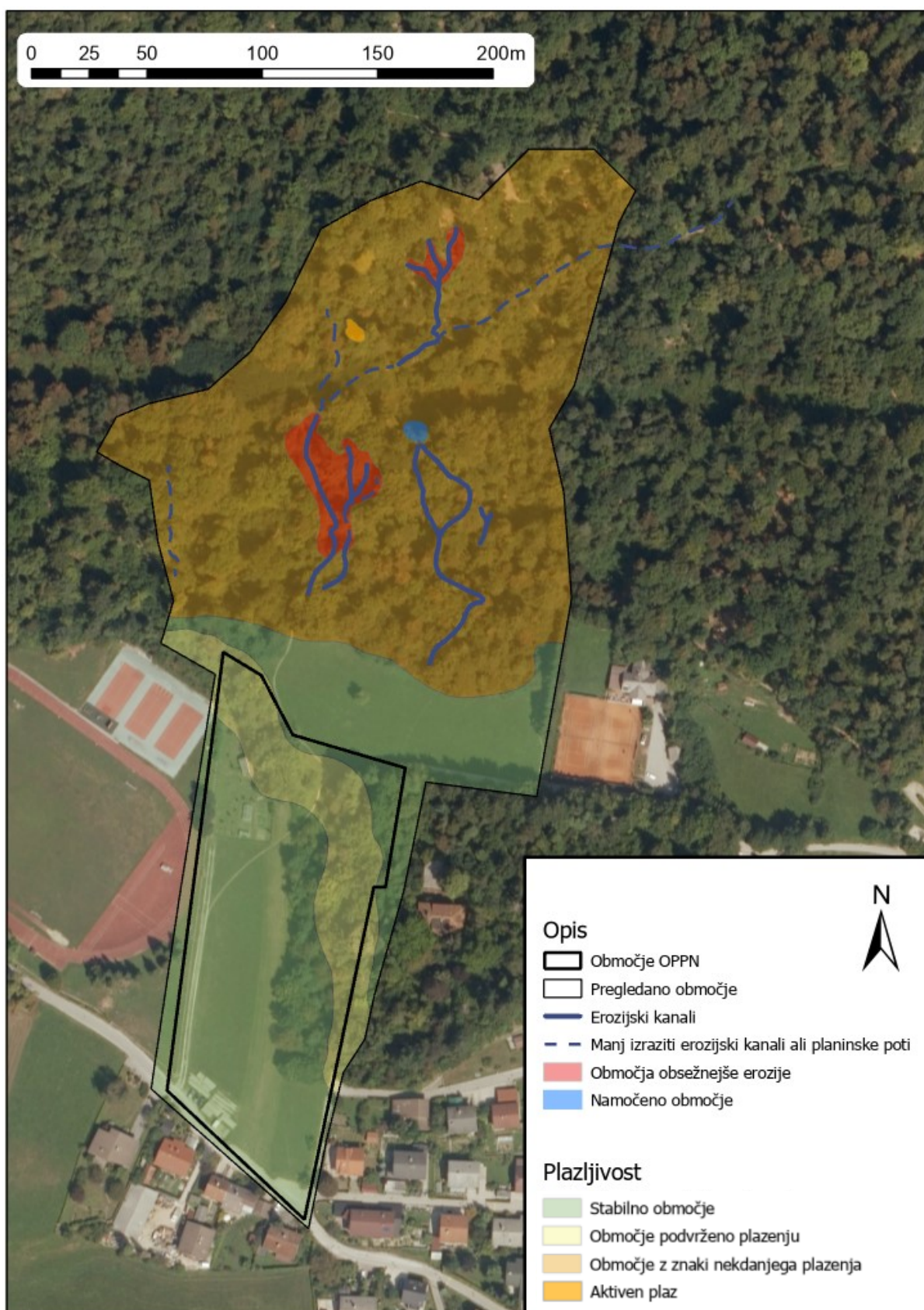
Terenski ogled je bil izveden na območju predvidene gradnje ter na pobočju severno od njega (Slika 46 in Slika 47). Poudarek je bil na prepoznavanju morfoloških znakov aktivnega ali preteklega plazenja oz. nestabilnosti pobočja ter morebitnih znakov erozije materiala. Lokacije fotografij so prikazane na Slika 48.





Slika 46: Območje predvidene gradnje ter območje terenskega oglada z označenimi območji, ki so stabilna, podvržena plazenju ali kažejo znake nekdanjega ali trenutnega plazenja (vir SVF podlage: Direktorat za kulturno dediščino, Ministrstvo za kulturo). Z modro prekinjeno črto so označeni manj

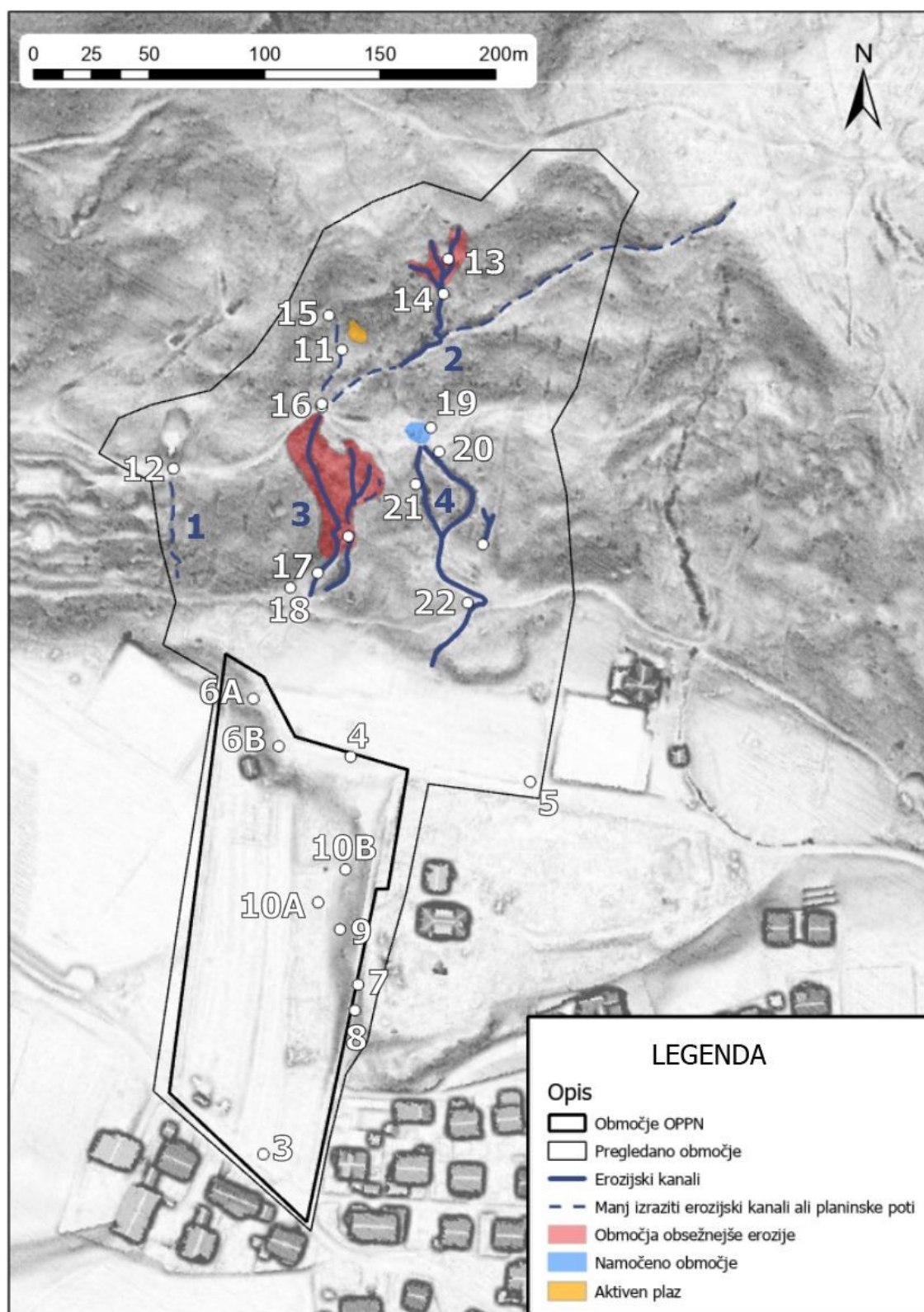
izraziti erozijski kanali ali planinske poti podvržene eroziji. Z modro polno črto so označeni izraziti erozijski kanali. Rdeči poligoni označujejo območja obsežnejše ploskovne erozije.



Slika 47: Območje predvidene gradnje ter območje terenskega ogleda z označenimi območji, ki so



stabilna, podvržena plazenju ali kažejo znake nekdanjega ali trenutnega plazenja (vir DOF podlage: Geodetska uprava RS). Z modro prekinjeno črto so označeni manj izraziti erozijski kanali ali planinske poti podvržene eroziji. Z modro polno črto so označeni izraziti erozijski kanali. Rdeči poligoni označujejo območja obsežnejše ploskovne erozije.



Slika 48: Lokacije zajetih fotografij ter oštevilčeni erozijski kanali (vir SVF podlage: Direktorat za kulturno

*dediščino, Ministrstvo za kulturo).*

Večji del območja predvidene gradnje pokriva travnik - izravnava ene izmed teras reke Save (Slika 48). Zanj so značilni nizki nakloni okoli  $1^\circ$ . Skrajni severovzhodni del območja predvidene gradnje sega na rob višje (starejše) terase reke Save (Slika 46, fotografija 4 in fotografija 5), ki je prav tako pokrita s travnikom in ne presega naklona površja  $1^\circ$ . Na prehodu med obema terasama se nahaja brežina s povprečnimi nakloni med  $15-20^\circ$ , pri čemer se njen naklon viša proti jugovzhodu in najvišje vrednosti (med  $25-30^\circ$ ) dosega pod Seunigovo ulico.



*Fotografija 3: Območje predvidene gradnje. Na desnem delu slike je vidna Seunigova ulica in brežina pod njo (X: 458370, Y: 108536.556, pogled proti severu).*





*Fotografija 4: Pogled z višje terase na del območja, ki ga zajema OPPN (X: 458408, Y: 108708, pogled proti jugozahodu).*

Območje severno od predvidene gradnje je precej bolj razgibano in strmo z povprečnimi nakloni okoli 20°. Večje območje izravnane terena se nahaja le na območju že omenjene višje terase (Slika 46, Fotografija 4, Fotografija 5). Severno od terase prevladujejo strma pobočja poraščena z gozdom (npr. Fotografija 11, Fotografija 13 in Fotografija 17) z redkimi izravnjavami (Fotografija 19). Pobočja so preprejena s številnimi pohodnimi potmi, ki vodijo na Šmarno goro.





*Fotografija 5: Izravnava na višji terasi (X: 458485, Y: 108697, pogled proti zahodu)*

Geološko podlago pregledanega področja predstavljajo permokarbonski skrilavi glinavci, peščenjaki in konglomerati, ki so v južnem delu prekrti s kvartarnimi sedimenti zasipa reke Save, preko katerih so mestoma odloženi jezerski ali barjanski sedimenti (Grad in Ferjančič, 1974; Prestor et al., 2011). Pobočja severno od predvidene gradnje gradijo permokarbonske kamnine, ki so nagnjene k intenzivnemu preperevanju, zato je zanje značilen debel sloj preperine, ki je podvržen plazenju. Podatki iz vrtin z območja predvidene gradnje (podrobneje opisani v poglavju 2) kažejo, da se permokarbonske kamnine nahajajo v podlagi. Preko njih je odložena več metrov debela plast slabo vezanih sedimentov reke Save, ki vsebuje peščen-meljast prod s posameznimi peščenimi horizonti, znotraj te enote pa se pojavlja tudi podzemna voda. Teras reke Save na območju predvidene gradnje prekriva do 2 metra debela plast pretežno drobnozrnatih sedimentov, ki jo sestavljajo meljna glina, melj, droben pesek ter droben prod. Kvartarni sedimenti so slabo sprijeti in so zato podvrženi plazenju, še posebno pri večjih naklonih.

#### **5.1.1. Znaki pobočnih masnih premikanj na predvidenem območju gradnje**

Večji del območja predvidene gradnje se nahaja na izravnanim stabilnem območju, kjer med terenskim ogledom niso bili opaženi znaki nestabilnosti (Slika 46 in Fotografija 3).

Preko severovzhodnega dela območja predvidene gradnje se v smeri severozahod-jugovzhod razteza brežina (prehod iz spodnje v zgornjo teraso reke Save), ki jo gradijo slabo sprijeti sedimenti (Prestor et al., 2011). Zaradi svoje geološke zgradbe je, skupaj z območji v njeni neposredni bližini, podvržena plazenju (Slika 46), še posebej pri večjih naklonih. Za severni del



brežine so značilni razmeroma majhni nakloni ( $15-20^\circ$ ). Na terenskem ogledu tam niso bili opaženi jasni ali posredni znaki aktivnih pobočnih masnih procesov (npr. Fotografija 6).



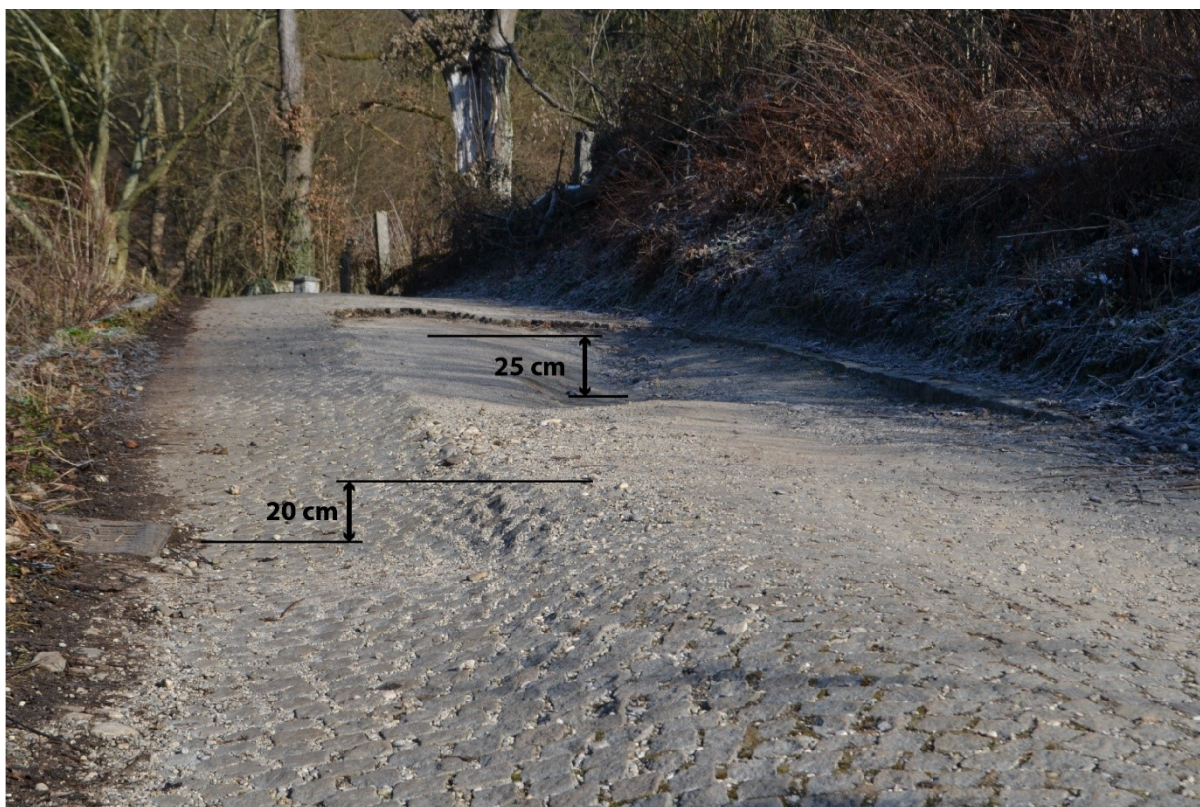
*Fotografija 6: Ravna drevesna debela na severnem delu brežine, ki ne kažejo znakov deformacij: A) pogled proti jugovzhodu (X: 458365, Y: 108733), B) pogled proti severozahodu (X: 458377, Y: 108713).*

Precej bolj strmi nakloni ( $25-30^\circ$ ) so značilni za brežino na vzhodnem delu območja, ki je vzporedna Seunigovi ulici (Fotografija 7). Med terenskim ogledom tega dela območja niso bili opaženi jasni znaki plazenja, mestoma pa se pojavljajo posredni indikatorji pobočnih masnih premikanj, ki so opisani v nadaljevanju. Nad najbolj strmim delom brežine je cesta močno poškodovana - mestoma se poseda za več kot 20 cm (Fotografija 7, Fotografija 8). Pod tem delom brežine se nahaja več skupin dreves z izrazito nagnjenimi debli (Fotografija 10).



*Fotografija 7: Poškodovana cesta ter strma brežina pod Seunigovo ulico (X: 458411, Y: 108609, pogled proti jugu)*





*Fotografija 8: Poškodovana cesta nad strmo brežino (X:458410, Y: 108598, pogled proti severu).*



*Fotografija 9: Skupina povitih dreves pod brežino pod Seunigovo ulico (X: 458403, Y: 108633, pogled proti zahodu).*





Fotografija 10: Primeri skupin dreves z izrazito nagnjenimi debli: A) na izravnavi (X: 458394, Y: 108645, pogled proti severu), B) na izravnavi v neposredni bližini izravnave (X:458405, Y: 108659, pogled proti severu).

#### 5.1.2. Znaki pobočnih masnih premikanj in erozije severno od predvidenega območja gradnje

Strma pobočja severno od predvidenega območja gradnje v podlagi gradijo skrilavi glinavci, laporovci, peščenjaki, konglomerati in (mestoma karbonaten) grušč (Grad in Ferjančič, 1974; Prestor et al., 2011). Navedene kamnine so podvržene intenzivnemu preperevanju in posledično plazenju. Nagubana morfologija površja (Slika 46, Slika 48) kaže znake nekdanjega (fosilnega) plazenja, poleg tega so visoko v pobočju pogoste polkrožne morfološke stopnje, ki bi lahko predstavljale odlomne robove fosilnih plazov. Na ogledu na terenu je bil opažen



manjši aktiven plitev plaz velikosti približno 10 x 5 m, ki je prikazan na sliki- Fotografija 11 in prikazan na slikah - Slika 46, Slika 47 in Slika 48



*Fotografija 11: Manjši plaz (X: 458404, Y: 108884, pogled proti severovzhodu).*

Poleg plazenja je bilo na terenskem ogledu prepoznanih več območij linijske in ploskovne erozije. V nadaljevanju je opisan en manj izrazit erozijski kanal, ter trije močno izraženi erozijski kanali, na katere so vezana obsežnejša erozijska območja. Zgornji deli erozijskih kanalov so vezani na izvire oz. namočena območja (npr. kanala 1 in 4 na sliki - Slika 46), mestoma pa na pohodne poti. V teh primerih so zgornji deli erozijskih kanalov nastali tik pod pohodno potjo (če je ta na izravnavi) ali pa tik pod ostrim zavojem pohodne poti. V nekaterih primerih pohodne poti služijo kot odvodnja meteorne vode med močnimi deževji (npr. zgornji del kanala 3).

Na skrajnem zahodnem delu ogledanega območja se tik pod vodohranom Policijska akademija nahaja manjši erozijski kanal (kanal 1 na Slika 48), ki v zgornjem delu prečka gozdno cesto (Fotografija 12) ter se nadaljuje navzdol po pobočju v dolžini približno 50 m. Erozijska je omejena na ozko območje v neposredni bližini kanala.





*Fotografija 12: Manjši erozijski kanal (kanal 1), ki je označen z zelenimi puščicami. Vodohran se nahaja nekaj metrov za lokacijo fotografiranja (X: 458331, Y: 108832, pogled proti jugu).*

Erozijski kanal 2 se nahaja na najvišjem delu pregledanega območja (Slika 46 in Slika 48). Začetni del kanala sestavljajo trije kraki, med katerimi se nahaja obsežnejše območje ploskovne erozije (Fotografija 13), ki v najširšem delu obsega približno 20 m široko območje. Nižje se trije kraki združijo v en kanal, ki se še približno 20 m nadaljuje po pobočju navzdol proti jugu (Fotografija 14) ter nato ostro zavije proti jugozahodu, kjer prevzame korito manj izrazitega kanala, ki prihaja z severovzhoda. Erozijski kanal 2 se proti jugozahodu razteza v dolžini približno 20 m, potem pa postane precej manj morfološko izrazit (Slika 46). Zaključek bolj izrazitega dela kanala se nahaja ravno nad namočenim območjem pod katerim se začne erozijski kanal 4. Glede na morfologijo površja sklepamo, da se ob močnih deževjih večji del vode iz kanala 2 najverjetneje prelije po pobočju navzdol, kjer se zadrži v manjši izravnavi (namočeno območje na Slika 46 in Fotografija 19). Kanal 2 torej (vsaj deloma) napaja erozijski kanal 4, pri čemer ni izključeno, da je območje dodatno namočeno zaradi prisotnosti izvira.





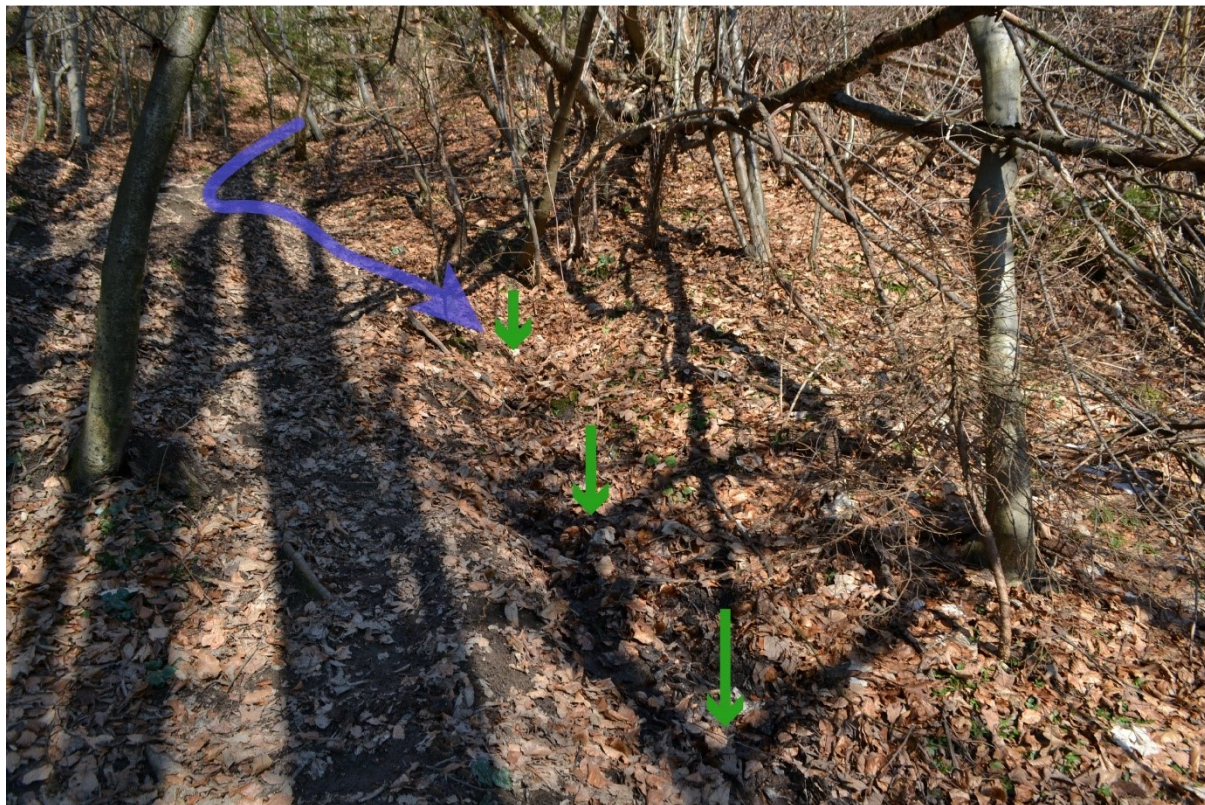
*Fotografija 13: Zgornji del erozijskega kanala 2, najvzhodnejši krak (X: 458450, Y: 108924, pogled proti jugovzhodu).*



*Fotografija 14:: Osrednji del erozijskega kanala 2, robova kanala sta označena z belima črtama (X: 458448, Y: 108908, pogled po pobočju navzdol proti jugu).*



Erozijski kanal 3 se nahaja vzhodno od kanala 1 in jugozahodno od kanala 2 (Slika 46 in Slika 48). Začetek kanala je vezan na pohodno pot, s katere priteče voda, ki vreže kanal (Fotografija 15). Šibko izražen kanal, ki mestoma teče tudi po pohodni poti, se v dolžini približno 40 m nadaljuje po pobočju do gozdne ceste, preko katere vreže manjši kanal (Fotografija 16). Pod cesto se kanal razširi, postane precej bolj morfološko izražen in se po pobočju navzdol nadaljuje v dolžini 80 m. Pod cesto se začne tudi območje obsežnejše ploskovne erozije, ki je na največjem delu veliko približno 40 x 40 m. Pod cesto se slabih 20 m vzhodneje pojavi ožji vzporeden stranski kanal (Slika 46). V spodnjem delu kanal 3 doseže širino približno 4 m (Fotografija 17). Kanal se zaključi v spodnjem delu pobočja, ko doseže izravnavo višje terase in postane precej manj morfološko izrazit (Slika 46 in Fotografija 18).



*Fotografija 15: Zgornji del erozijskega kanala, ki je označen z zelenimi puščicami. Levo od kanala je vidna pohodna pot. Ob padavinah voda priteče po planinski poti in se nato prelije po pobočju navzdol. Tok vode je označen z modro puščico (X: 458398, Y: 108899, pogled proti severu).*





*Fotografija 16:: Tik nad območjem obsežnejše erozije kanala 3 (rob območja označen z belo črto), voda priteče po pohodni poti, rahlo vreže v gozdno cesto ter se prelije v strmo pobočje pod cesto (X: 458396, Y: 108858, pogled proti severozahodu).*





*Fotografija 17: Pogled iz spodnjega dela kanala 3 navzgor. Na desni je vidna pohodna pot (X: 458382, Y: 108781, pogled proti severozahodu)*



*Fotografija 18: Izток kanala 3 (X: 458393, Y: 108788, pogled proti jugozahodu)*



Erozijski kanal 4 se nahaja južno od kanala 2 in vzhodno od kanala 3 (Slika 46 in Slika 48). Začetek kanala se nahaja v pobočju tik pod namočenim območjem (Slika 46 Fotografija 19). V zgornjem delu je kanal izražen v obliki dveh sprva vzporednih krakov (Fotografija 20), ki se razširjata navzdol po pobočju, dokler se po približno 40 m ne združita. Osrednji del zahodnega kraka kaže očitne znake aktivne erozije, kjer se cca 20 cm širok kanal naenkrat razširi na približno pol metra širine (Fotografija 21A), dolvodno pa postopno na največjo širino, ki znaša približno 4 m (Fotografija 21B). Združena kraka nato kot en kanal potekata po pobočju navzdol v dolžini približno 75 m: najprej proti jugu, nato ostro zavije na jugovzhod ter nazadnje še proti jugozahodu (Slika 46, Fotografija 22). V zaključnem delu kanal vreže v stopnjo, ki ločuje pobočje od izravnave na višji terasi ter v nekaj metrih izzveni na izravnavi (Slika 46).

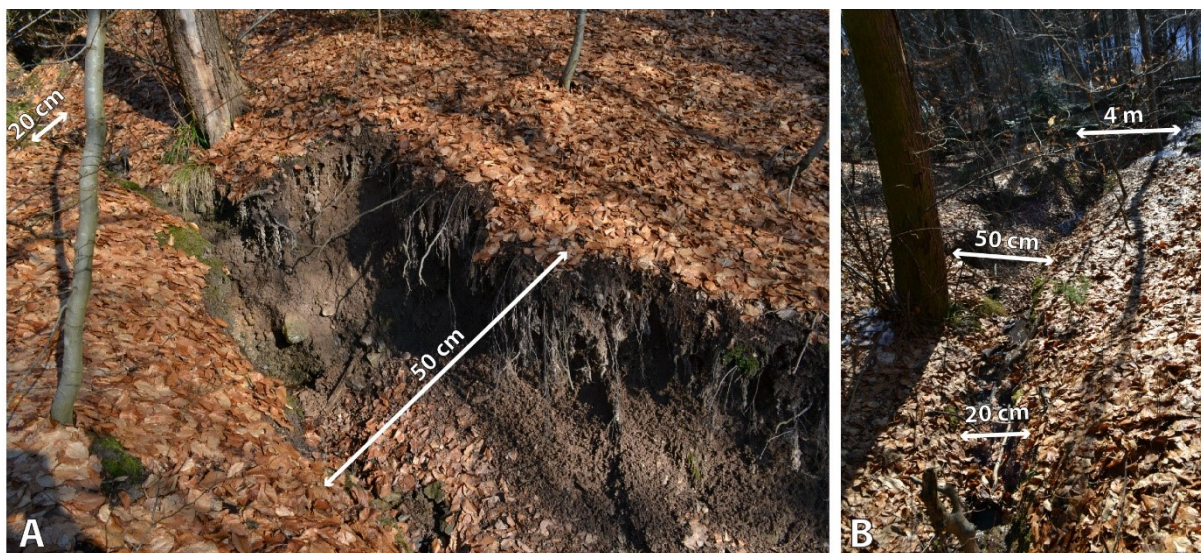


*Fotografija 19:: Namočena izravnava nad kanalom 4. Z belo so označeni robovi obeh krakov kanala (X: 458442, Y: 108851, pogled proti zahodu).*



*Fotografija 20:: Panorama vzporednih krakov kanala 4, ki sta v zgornjem delu vzporedna (X: 458446, Y: 108840, pogled proti zahodu).*





Fotografija 21: Aktivna erozija kanala 4 (X: 458436, Y: 108826), A), pogled proti severu, B) pogled proti jugovzhodu.



Fotografija 22: Oster zavoji in zaključni del kanala 4 (X: 458459, Y: 108774, pogled proti vzhodu).

## 6. Smernice za gradnjo

### 6.1. Pravne ureditve

S hidrogeološkega vidika sta dve najpomembnejši pravni ureditvi Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15 in 181/21) (okrajšano uredba VVO) in Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15). Lokacija OPPN se nahaja znotraj vodovarstvenega območja z režimom varovanja III B (3b), mili režim varovanja.

V nadaljevanju (Preglednica 12) podajamo predstavitev izbora vsebine uredbe. Izbor smo opravili na podlagi predvidevanj o nameravani gradnji z ozirom na strožje definirane pogoje gradnje.

*Preglednica 12: Izbor vsebine Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (prikaz števila omejitev je prilagojen, da bi bil bolj jasno predstavljen)*

<b>STANOVANJSKE STAVBE<sup>3</sup></b>	<b>VVO III B</b>
Enostanovanjske stavbe	+ <sup>3</sup>
Večstanovanjske stavbe	+ <sup>3</sup>
Stanovanjske stavbe za posebne namene	+ <sup>3</sup>
<b>NESTANOVANJSKE STAVBE<sup>3</sup></b>	<b>VVO III B</b>
Garažne stavbe	pd <sup>3</sup>
<b>OBJEKTI PROMETNE INFRASTRUKTURE<sup>3</sup></b>	<b>VVO III B</b>
Parkirišča	pd <sup>2,3</sup>
<b>CEVOVODI, KOMUNIKACIJSKA OMREŽJA IN ENERGETSKI VOD<sup>3</sup></b>	<b>VVO III B</b>
Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, in je pred iztokom zagotovljena obdelava padavinske odpadne vode v lovilniku olj	pd <sup>24,3</sup>
Iztok ali iztočni objekt za odvajanje odpadne vode, če gre za neposredno odvajanje v površinsko vodo v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	pd <sup>20,3</sup>
Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode s streh objektov, če gre za posredno odvajanje v podzemne oziroma neposredno v površinske vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	+ <sup>24,3</sup>
<b>DRUGI GRADBENI INŽENIRSKI OBJEKTI<sup>3</sup></b>	<b>VVO III B</b>
Športna igrišča	pd <sup>3</sup>
Drugi gradbeni inženirski objekti za šport, rekreacijo in prosti čas, razen igrišča za golf	pd <sup>3</sup>
Objekti za varstvo pred škodljivim delovanjem voda na ogroženih območjih	pd <sup>3</sup>
<b>IZVAJANJE GRADBENIH DEL</b>	<b>VVO III B</b>
Sanitarije na gradbišču	- <sup>11</sup>
Izkopi na gradbišču	+
Uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo	-



Spreminjanje morfologije zemljišč z nasipavanjem ali odstranjevanjem zemljine	pd
Gradnja tesnilnih zaves za zaščito vodnega vira	pd
Gradnja tesnilnih zaves za preostalo	+
Injektiranje	+
Vgradnja betonskih in lesenih pilotov s suhim vrtanjem, izkopom ali zabijanjem	+
Vgradnja pilotov z vrtanjem z izplako	pd
Vgradnja pilotov s cementacijo v vrtini	+
<b>NEZAHTEVNI IN ENOSTAVNI OBJEKTI</b>	<b>VVO III B</b>
Vrtina ali vodnjak, potreben za raziskave	pd <sup>13</sup>
<b>VZDRŽEVANJE OBJEKTOV</b>	<b>VVO III B</b>
Izvedba vrtine ali izkop in namestitev toplotne črpalke voda-voda ali zemlja-voda (geosonda, horizontalni kolektor ipd.)	+ <sup>13</sup>
Namestitev premičnih rezervoarjev za utekočinjen naftni plin ali nafto s priključkom na objekt	pd <sup>32</sup>

+ pomeni, da je poseg v okolje dovoljen.

– pomeni, da je poseg v okolje prepovedan

**pd** pomeni dovoljeno, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.

**pp** pomeni, da gre za izjemoma dovoljeno gradnjo objektov in se zanje izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo.

<sup>2</sup> Zagotoviti je treba zajetje in čiščenje padavinske odpadne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest

<sup>3</sup> Objekte ali naprave na podobmočju širšega VVO z milejšim vodovarstvenim režimom in podobmočju širšega VVO z milim vodovarstvenim režimom je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje. Če je treba med gradnjo ali obratovanjem drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje. Srednja gladina oziroma nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja Agencija Republike Slovenije za okolje ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

<sup>6</sup> Izkopi na podobmočju širšega VVO z milejšim vodovarstvenim režimom so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen, kadar je izjemoma dovoljena gradnja iz opombe <sup>3</sup> te

priloge.

<sup>11</sup> Razen če se uporabljajo kemična stranišča ali je urejeno odvajanje iz stranišč v javno kanalizacijo.

<sup>13</sup> Pri vrtanju, med obratovanjem in vzdrževanjem je treba izvesti vse ukrepe za preprečitev odtekanja, ponikanja ali spiranja izvrtanine ali drugih snovi v podzemne vode ali zajetje. Po prenehanju uporabe vrtnice jo je treba ukiniti tako, da je preprečeno kakršno koli onesnaženje podzemne vode ali zajetja.

<sup>20</sup> Cevovod, po katerem se očiščena odpadna voda odvaja v vodotok, mora biti izveden tako, da je preprečeno ponikanje v podzemno vodo ali zajetje

<sup>24</sup> Dno ponikovalnice mora biti najmanj 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

### **Injektiranje**

Injektiranje je dovoljeno, vendar če injektiranje poteka pod gladino podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega polja in posledično zmanjšuje transmisivnost, je smiselno upoštevati pogoj, da je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje.

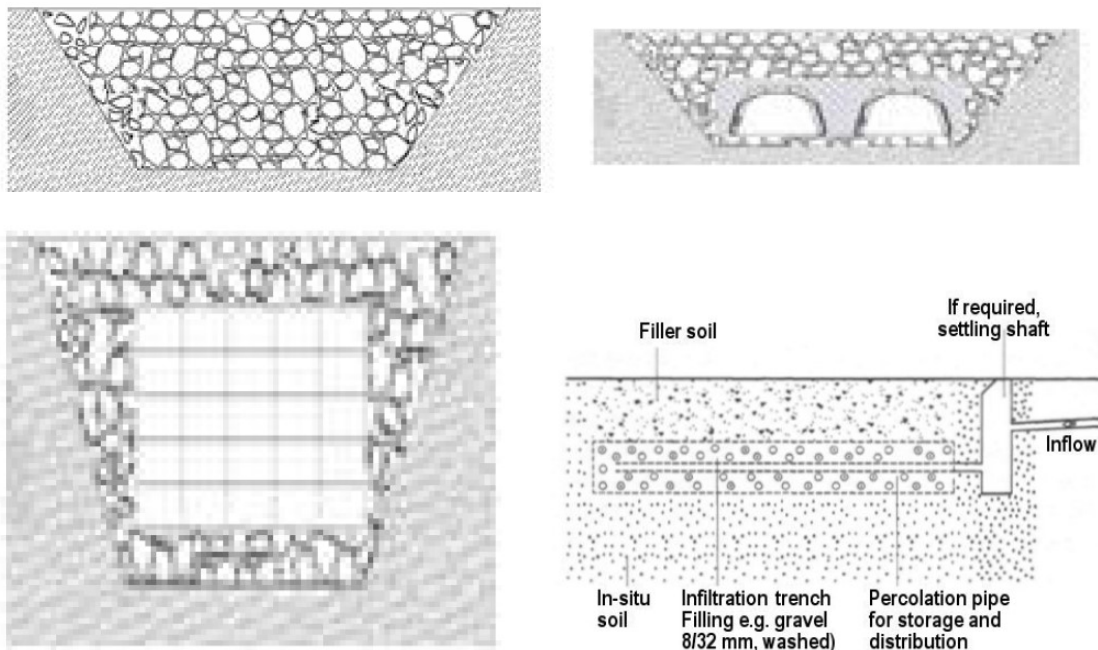
## **6.2. Smernice ponikanja padavinske vode**

Uredba o VVO Ljubljanskega polja opredeljuje, da dno iztočnega objekta za ponikanje padavinske vode s strešnih površin ne sme biti globlje od 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode, ostala padavinska voda pa mora biti dodatno še obdelana v lovilniku olj (Preglednica 12). Pogoje ponikanja pravno opredeljuje tudi uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, ki ima za ponikanje padavinske vode, ki ni iz strešnih površin podobne pogoje kot uredba o vodovarstvenem območju. Glavni cilj pogojev Uredbe VVO je, da se ne poslabšuje obstoječe stanje kakovosti in količine podzemne vode, tako da se tudi po urbanizaciji ohranja sedanji režim in mesta odtoka. S tem se preprečuje vplive na sosednja zemljišča in ohranja predpisane minimalne odmike. V nasprotnem primeru je treba le-te na novo podrobno opredeliti.

Ponikanje padavinskih vod večino časa na sami lokaciji OPPN je smiselno iz vidika ohranjanja in posnemanja sedanjih naravnih razmer, vendar ponikanje na tem območju ob gosti poselitvi predstavlja zelo velik izziv, tudi zaradi visokega položaja najvišje gladine podzemne vode na območju OPPN in podkletitev ter ovrednotenja vplivov na sedanji in bodoče načrtovane objekte v okolici. Predviden položaj visoke gladine podzemne vode na območju OPPN je pogosto manj kot 1 m pod sedanjim površjem. Neugodna lastnost ponikanja je tudi, da lahko med intenzivnimi padavinami lokalno zviša gladino in strmec podzemne vode in s tem pripomore z večjemu zamakanju v kleti bližnjih objektov, ob neustrezni izvedbi lahko nastane tudi spiranje zrn zemljine pod in pri objektih.

Možnosti ponikanja se kažejo kot pripovršinsko pri površju na primer z razpršenimi filtracijskimi polji-bazeni, plitvimi ponikalnimi polji (primeri v DWA – A 138), nasutji gramoza/proda, ponikalnimi jarki in objekti, ki imajo tudi ustrezne zadrževalne sposobnosti in odprt del vsaj blizu sedanjega površja, ali še bolje, če se izkoristi/upošteva dvig nad sedanje površje. Pri izvedbi filtracijskih polj in nasutja gramoza je potrebno zemljine, ki vsebujejo veliko drobnozrnatih zrn (glina, melj Qalm) nadomestiti z bolj drobnozrnatim filtrirnim materialom, ki omogoča boljšo filtracijo in vertikalni pretok vode in sicer od

površja do plasti s prepustnejšim materialom (Qalp). Najbolj sonaravno bi bilo uporabiti material Qalp iz obravnavanega območja, oziroma skladno z navodili izvedbe filtracijskega polja, gramoznega nasutja ponikanja. Najbolj bi sedanje stanje posnemala izvedba več (oz. mnogih) ponikalnih polj ali drugih objektov, kot pa izvedba enega velikega ponikalnega objekta. Z vidika čim manjših vplivov ali preprečitve vplivov na parcele sosednje OPPN je izvedba večjih ponikalnih polj bolj smiselna bolj v gorvodnem delu OPPN (severni do centralni del OPPN, vendar po do sedaj znanih podatkih ne na višji terasi), ker se tako vplivi dolvodno prenesejo v manjši meri, oziroma že postanejo zanemarljivi.



Slika 49: Shematski prikaz ponikalnih sistemov; slika zgoraj levo-filtracijska polja, nasutja gramoz/proda, ponikalni jarki; slika zgoraj desno ponikalni tuneli, slika spodaj ponikalni kvadri/bloki; slika desno spodaj, primer filtracijskega polja z dovodno cevjo (vir prvih treh slik: Valenčič, 2010; vir zadnje slike DWA – A 138).

Vključi naj se tudi scenarij, ko so med ekstremnimi nalivi ponikalni objekti polni in se voda pretaka skozi varnostne prelivne izpuste. Kot morebitna možnost po ponikanju in zadrževanju se kaže uporaba ločene padavinske kanalizacije.

Teoretične splošne smernice izvedbe ponikalnic so sicer: da se ponikalni objekti izvedejo dolvodno (sinonim nizvodno) od objektov; da so filtri (ali filtrirni del) ponikalnega objekta pod koto temeljev objekta, da je razdalja med objektom ponikanja in drugimi objekti vsaj 1,5 x globina filtrov (ali filtrirnega dela), oziroma, da je objekt ponikanja od drugih objektov oddaljen vsaj 1 x globino objektov od površja; da se za dimenzioniranje objektov ponikanja uporabi filtrske kriterije za preprečevanje spiranja drobnozrnatih zrn zaradi večje hitrosti toka podzemne vode med ponikanjem. V primeru, da se teh smernic ni mogoče v celoti poslužiti (verjeten primer je obravnavan OPPN) je načrtovanje zahtevnejše in obsežnejše ter pogosto priporočljiva tudi odvodnja viškov vode v stran. (po Valenčič, 2010 in Brenčič, 2017)

Za morebitno ponikanje vode s povoznih in pohodnih površin priporočamo uporabo usedalnikov in lovilcev olj ali čistilno napravo za padavinske odpadne vode. Uredba VVO določa, da je za ponikanje padavinske vode, ki ni iz streh objektov potrebno pridobiti vodno soglasje.

Količino ponikanja padavinske vode je mogoče zmanjšati in umiriti tudi z zadrževanjem vode za uporabo za na primer splakovanje stranišč ter racionaliziranjem površine povoznih in odvajanih pohodnih površin.

Glede na zahteve o oddaljenosti najvišje gladine podzemne vode in dnom objekta za ponikanje so razmere morda ugodnejše na višji terasi, vendar je tam ponikanje manj ugodno z vidika morebitnega poslabšanja stabilnosti območja in verjetnih nanosov več drobnozrnatih zemljin iz območja hriba. Pri morebitnem načrtovanju ponikalnic na tem območju naj se v nadaljnjih fazah raziskav nujno preveri razmere za ponikanje in vplive ponikanja na stabilnostne razmere.

Pri načrtovanju ponikanj, naj se v sklopu nadaljnjih preiskav, oziroma pred posegi v prostor za vsak objekt ekspertno preveri ponikalne sposobnosti na predvidenih mestih ponikalnic in opredeli vplive ponikanja ter vplive gradnje kleti pod gladino vode. Pri tem naj se opredeli predvidena mesta in globine ponikalnic ter predvidene količine ponikanja. Ponikanje območja OPPN naj se ne koncertira v okolici obstoječih podkletitev objektov sosednjih OPPN. Ponikanje ob mejah OPPN zaradi tveganj vpliva na sedanjo ali prihodnjo rabo prostora naj ne poteka koncentrirano, posebno ob dolvodni in bočni meji (južna, vzhodna in zahodna meja).

### **6.3. Izdelava podkletitev in ostalo**

Objekte ali naprave je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje. Če je treba med gradnjo ali obratovanjem drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje (izsek iz uredbe VVO).

Položaj srednje gladine podzemne vode je približno 3,77 m pod površjem. Položaj najvišje gladine pa približno 3,28 nad srednjo gladino, kar je 0,49 m pod površjem (nižja terasa). Glede na morebitno bolj koncentrirano ponikanje in koncentrirane tokove po izvedbi objektov ter negotovosti interpretacije visoke gladine podzemne vode predlagamo, da se vsaj v tej fazi pri gradbenem načrtovanju podkletitev računa, da se ob katastrofalno visoki gladini in poplavah lahko gladina podzemne vode dvigne do površja. Pri načrtovanju kleti je torej potrebno računati z nahajanjem podzemne vode v dobro in zelo dobro prepustnih plasteh tako v območju temeljnih plošč, kakor tudi vsaj v območju večine višine kleti. Temeljenje in izvedbo kleti je torej potrebno prilagoditi temu, da se (vsaj začasno) nahajata v z vodo zelo dobro prepustni nasičeni zemljini. Pri varovanju podkletitev je potrebno upoštevati tudi vzgon, poplave visoke vode v kanalizaciji in preveriti možnost spiranja drobnozrnatih zrn s temeljnih tal objektov zaradi tokov podzemne, ponikane vode ali puščanj umetnih vodov.

V okolici ima več objektov podkletitve, najbližja sosednja objekta sta s hišnimi številkami Rocenska ulica 35 (globlji) in Rocenska ulica 41. Globina tlaka kleti objekta Rocenska ulica 35 je približno 2 m in upravljalca objekta poroča o pojavih vode v kleti redko do pogosto ob višjem vodnem stanju, spomni se tudi znatnejših količin vode v kleti v devetdesetih letih. Stanovalci objekta Rocenska ulica 41 v zadnjih letih in desetletju ne beležijo pojavljanja vode v kleti, imeli pa so te pojave v stari hiši, ampak tam so težave sanirali.

Pred posegi v prostor na območju višje terase in njenem pobočju poleg preveritve razmer ponikanja, zalednih voda in stabilnosti svetujemo tudi preveritev položaja srednje in najvišje gladine podzemnih voda, pred tem pa naj bo pozidava podkletitev na višji terasi opcijska.



Predlagamo, da se stari vodni objekti na območju OPPN povezani z bližnjo vilo (Slika 20, Slika 21, Slika 22, Slika 23, Slika 24, Slika 25) ustrezno likvidirajo, njihovo stanje pa naj se dokumentira ob likvidaciji ali pred njo.

#### **6.4. Stabilnost pregledanega območja in zaledne vode**

Pregledano območje se po stabilnosti lahko razdeli v tri razrede, ki so podrobneje opisani v nadaljevanju poglavja.

Izravnani deli teras v južnem in osrednjem delu pregledanega območja predstavljajo stabilna območja, ki so na Slika 46 in Slika 47 označena z zeleno. Zanje je značilna izravnana morfologija z zelo nizkimi nakloni pobočja (Fotografija 3). Verjetnost za pojav plazov in erozije na teh območjih je majhna.

Z rumeno barvo so na slikah (Slika 46 in Slika 47) označena območja v neposredni bližini brežine med obema terasama. Ker ta območja gradijo slabo vezani sedimenti, hkrati pa se na njih pojavljajo srednji do visoki nakloni (15-30°), se ta območja lahko obnašajo kot nestabilna v primeru gradbenih posegov v prostor ali v primeru izjemnih vremenskih okoliščin. Poleg tega so na teh območjih bili opaženi posredni indikatorji pobočnih masnih premikov, zato pred posegi v prostor na tem območju za vsak objekt svetujemo podrobne geomehanske raziskave, s katerimi se bodo lahko projektirali tehnični parametri izkopov, nakloni brežin in pogoji temeljenja ter vsi potrebni tehnični ukrepi za stabilizacijo terena.

Območja, ki se nahajajo severno od predvidenega območja gradnje, so na slikah (Slika 46, Slika 47) označena z oranžno barvo. Zanje so značilni geomorfološki znaki nekdanjega plazenja ter nakloni okoli 20°. Območja označena z oranžno predstavljajo območja nekdanjega plazenja, kjer je verjetnost za ponovne premike pobočnih mas znatna, še posebej v primerih poseganja v prostor. Za večji del območja označenega z oranžno barvo so značilni erozijski pojavi, ki so pogosto vezani na obstoječe planinske poti ali izvire ter občasne vodotoke. Čeprav gradbeni posegi na teh območjih niso predvideni, se (še posebno ob padavinskih dogodkih z dolgo povratno dobo) vplivno območje erozijskih kanalov lahko razširi tudi na predvideno območje gradnje na zgornji terasi. V tem primeru lahko pride do razlivanja drobirja in vode, ki se prenašata vzdolž erozijskih kanalov ob večjih padavinskih dogodkih. Investitorjem svetujemo, da pri načrtovanju gradnje upoštevajo ustrezno zadrževanje, oziroma odvodnjo meteornih voda iz zaledja, bodisi z ureditvijo odvodnih kanalov(jarkov), bodisi z ustreznim ponikanjem.

V severnem delu OPPN so sledi pojavljanj zalednih voda. Primerna smernica ureditve zalednih voda je ohranjanje obstoječega zadrževanja z možnostjo dodatnega izboljšanja zadrževalnih sposobnosti zalednih voda nad območjem varovanja. Sedaj je nad območjem OPPN mali in blag nasip (Slika 40, Slika 36), ki pa je prekinjen s planinsko potjo in pri ovinku ceste pri objektu Seunigova ulica 5 (Kardeljeva vila, Slika 36). Predlagamo, da se pri ureditvi OPPN izkoristi obstoječ nasip tako, da bo omogočil delno zadrževanje zalednih vod, viške pa se za območjem zadrževanja odvaja v obrobni odvodni jarek/strugo nad območjem varovanja (podobno kot na Slika 36, Slika 37). Priporočamo, da se izvede odprt jarek za nasipom in vsaj za odvodni obrobni jarek rezervira koridor po celotnem severnem robu OPPN v širini 5 m. V kolikor se odloči za

izvedbo z malim nasipom in jarkom, naj se preveri tudi možen vpliv izvedbe teh objektov na stabilnost terase, v kolikor se nakažejo težave s stabilnostjo naj se izvede le jarek. Dodatno predlagamo izvedbo obrobne jarka v severozahodnem delu OPPN, tako, da se prepreči možnost dotokov zaledne vode iz severozahodne smeri. Kot možnost odvodnje vode iz jarka ocenjujemo sistem meteorne kanalizacije ali ob robovih OPPN ali po sredinski cesti OPPN. Kot morebiten zelo idejen ukrep za ponikanje vode iz jarka ocenjujemo prodne plasti na primer pri vrtini V-8 ali pri DP-1, zadrževanje pa bi idejno nad površjem lahko potekalo pri robu terase, če se ta možnost izkaže kot smiselno, naj se to ob in situ simulira v nadaljnjih fazah izdelave projektne dokumentacije.

Nadaljnja ureditev varnosti zalednih voda naj se v nadaljnjih fazah raziskav preveri s podrobno hidrološko študijo, morebitno ponikanje zalednih voda pa po smernicah za ponikanje v poglavju 6.2.

## 7. LITERATURA/VIRI

BRENCIČ, M. 2011: Praktični napotki za ugotavljanje ponikalnih sposobnosti tal. Geologija, let. 54, št. 1. Dostopno na: <http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=1118>

BRENCIČ, M. 2017. Načrtovanje in izvedba ponikanja padavinskih vod. Izobraževanje Inženirske zbornice Slovenije. Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani in Geološki zavod Slovenije.

BRENCIČ, M. 2021. Vpliv podzemne vode na gradnjo v urbanih območjih. E-izobraževanje Inženirske zbornice Slovenije 25.5.2021. Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani in Geološki zavod Slovenije.

CEDERGREN Harry R. 1997: Seepage, Drainage, and Flow Nets, 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc.

DWA – A 138, 2005. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (STANDARD). DWA – A 138 Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water.

Grad, K., Ferjančič, L., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ, list Kranj, 1:100 000. Zvezni geološki zavod, Beograd.

FILIPOVIĆ, Budimir, STEPANOVIĆ Branko, and VALJAREVIĆ Rodoljub. 1980. Metodika hidrogeoloških istraživanja. I. Beograd: Naučna knjiga.

Ministrstvo za kulturo, 2020. SVF podlaga. URL:

[https://gisportal.gov.si/arcgis/rest/services/TEMELJNE\\_KARTE/LidarTlaZgradbeSVF8\\_D48/MapServer](https://gisportal.gov.si/arcgis/rest/services/TEMELJNE_KARTE/LidarTlaZgradbeSVF8_D48/MapServer) (pridobljeno januar 2022).

NOVAK, Dušan. (1987). Izvedensko mnenje o zadevi II P 273/84, Vurušič kontra Istenič, Tacen. Geološki zavod Ljubljana.

PRESTOR, J. 1999. Hidrogeološko mnenje o višini podzemne vode in nosilnosti terena na območju predvidenega objekta ob Kajakaški cesti. Geološki zavod Slovenije.

PRESTOR, J., URBANC, J., JANŽA, M., in MEGLIČ, P.. 2006: Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode Republike Slovenije (VTPodV 2005). Metodologija za opredelitev vodnih teles podzemne vode Republike Slovenije. [Poročilo v arhivu Geološkega zavoda Slovenije]. Ljubljana : Geološki zavod Slovenije. Dostopno na: <http://www.istra-hidro.eu/web/images/3-metodologija.pdf>

PRESTOR, J. STROJAN M. 2008. Mnenje glede višine gladine podzemne vode na mestu predvidenega posega v ožji okolici lokacije x = 108499, y = 458 745, zterena po TTN 5 = ~ 302,5 mm, na parcelni številki 143/31 ob Thumovi ulici v k.o. 1751 - Tacen, na območju Mestne občine Ljubljana Mesto posega se nahaja na območju vodovarstvenega režima z oznako WO III. Geološki zavod Slovenije.

PRESTOR, J. STROJAN M. 2008a. Mnenje glede višine gladine podzemne vode na mestu predvidenega posega v ožji okolici lokacije x = 108514, y = 458 769, zterena po TTN = ~ 302,5 mm, na parcelni številki 143/30 ob Thumovi ulici v k.o. 1751 - Tacen, na območju Mestne občine Ljubljana Mesto posega se nahaja na območju vodovarstvenega režima z oznako WO III.

Rijavec Boris, 1995: Geotehnično poročilo o pogojih izvedbe sanacije opornega zidu v izobraževalnem centru ONZ v Tacnu np. Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko.

ŠABEC, Andrej in sodelavci. Geološko geomehansko poročilo in hidrogeološko poročilo z izvedbo predhodnih raziskav za območje OPPN 184 v Tacnu pod Šmarno goro. GI ZRMK d.o.o.

Šilhán, K. Dendrogeomorphology of Different Landslide Types: A Review. Forests 2021, 12, 261. <https://doi.org/10.3390/f12030261>

VALENČIČ Matjaž. Zadrževanje in ponikanje padavinskih vod. Izobraževanje Inženirske zbornice Slovenije. 4.3.2010.

Vavpotič Karel, 1989: Geotehnično poročilo o pogojih temeljenja objektiv E,C,D in muzeja šolskega centra v Tacnu

ŽELE, Gregor. 2020. Geodetski načrt za potrebe projektne dokumentacije, za naročnika Dema plus d.o.o., Kongresni trg 3, Ljubljana. C E L U, geodetski inženiring, d.o.o. Št. vloge CELU/2020/022.

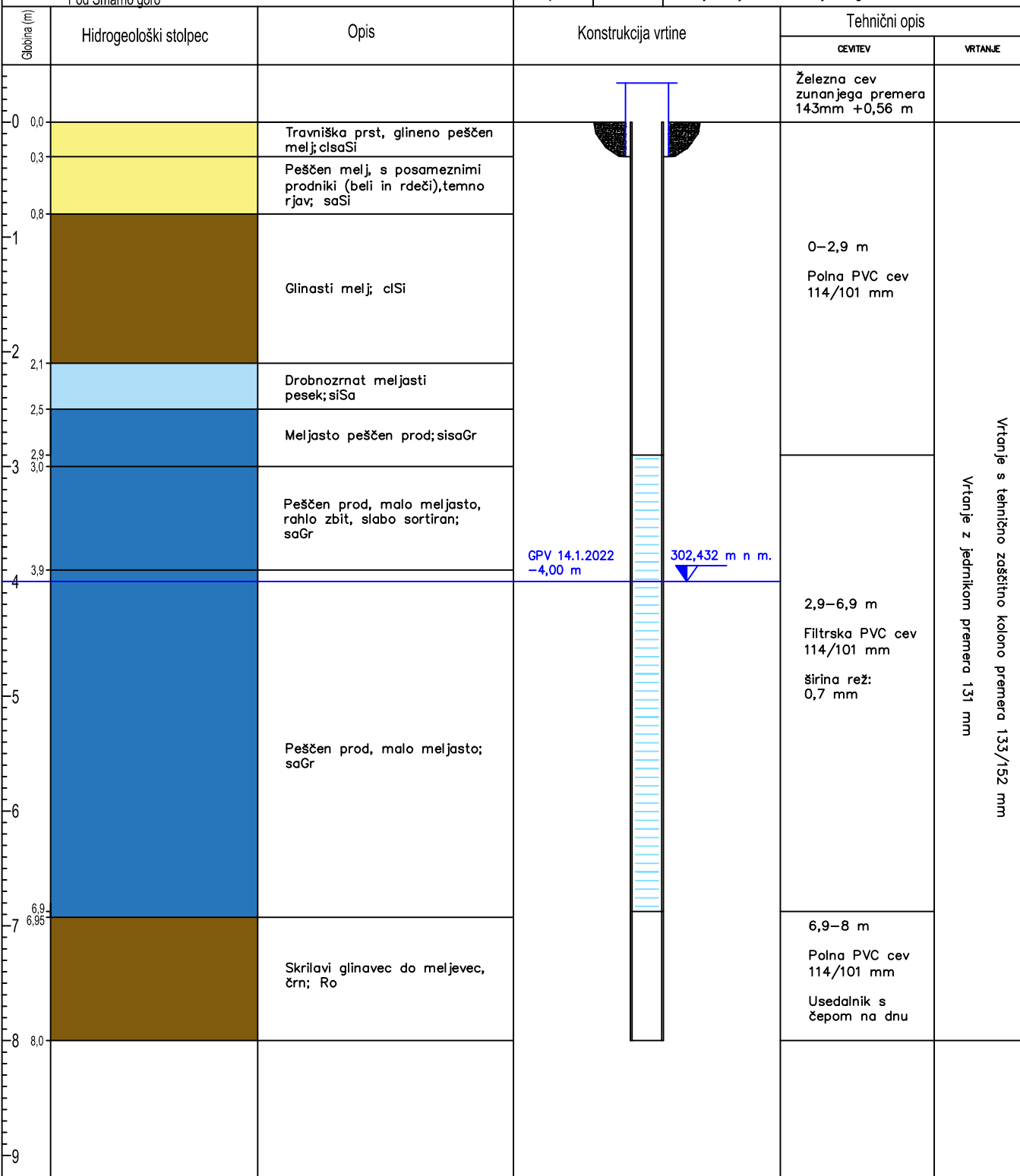


## **Priloga 1:**

### *Profili piezometričnih vrtin*

Globina	8 m	Merilo:	Všine: 1:50	Širine: 1:20
E (D96)	457988,9	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
N (D96)	109151,2	Datum vrtanja:	10.12.2021	
Z površja	306,432	Datum načrta:	22.2.2022	
Z usija	306,992	Avtorji:	Matjaž Klasinc, Aljaž Ciglar	

 Naročnik: **Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.**

 Naloga: Hidrogeološko poročilo in poročilo o plazljivosti za OPPN občine Ljubljana št 184:  
 Pod Šmarno goro

**LEGENDA**

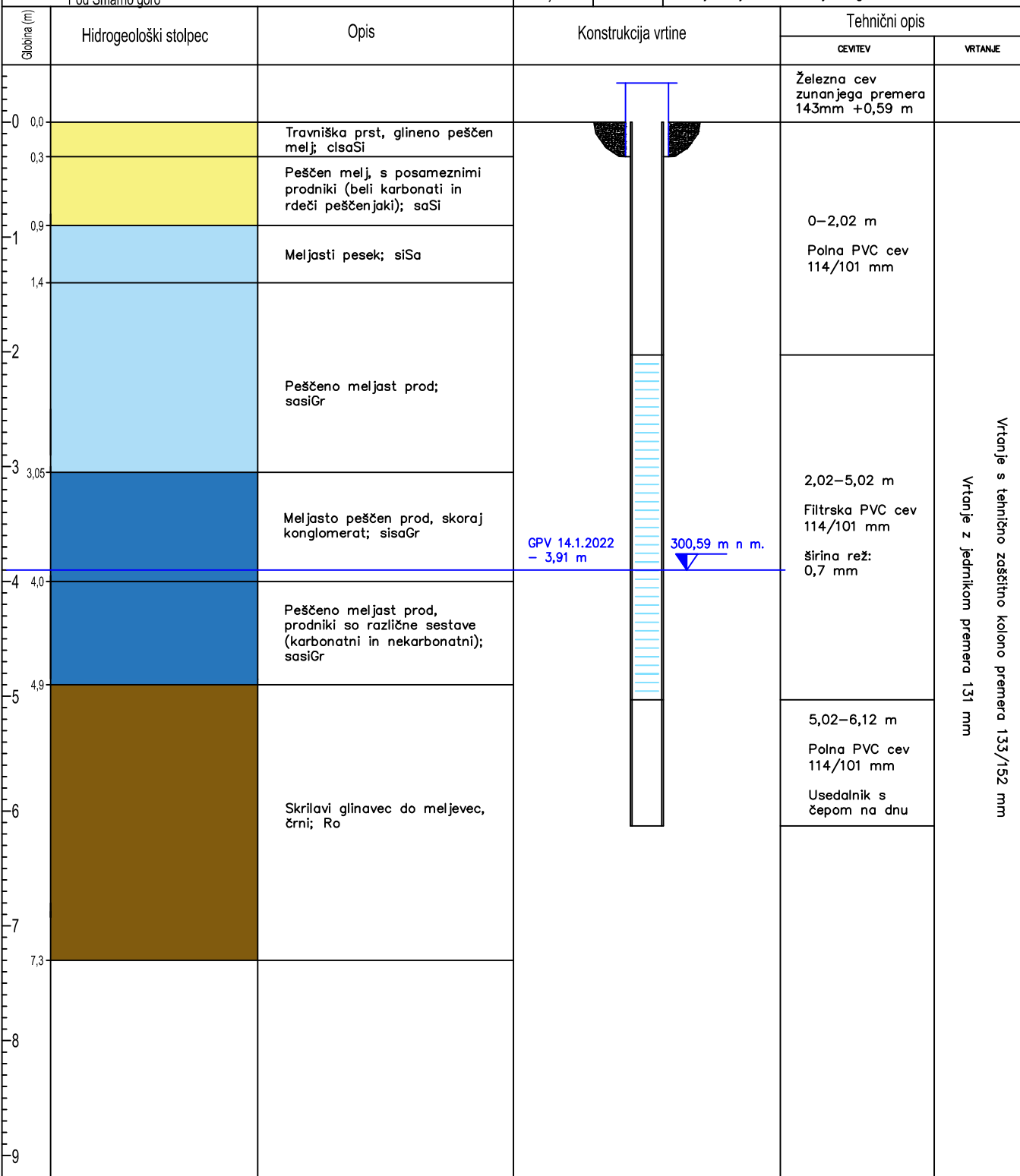
	– Zelo dobra prepustnost ( $k > 5 \times 10^{-3}$ m/s)		– Slaba do zelo slaba prepustnost ( $k < 1 \times 10^{-7}$ m/s)
	– Dobra prepustnost ( $5 \times 10^{-3} < k < 1 \times 10^{-5}$ m/s)		
	– Srednja prepustnost ( $1 \times 10^{-5} < k < 1 \times 10^{-7}$ m/s)		

Priloga 1.1.: Hidrogeološki profil vrtnice P-1/21

Geološki popis: Matjaž Klasinc univ. dipl. geol.

Globina	7,3 m	Merilo:	Višine: 1:50	Širine: 1:20
E (D96)	458002,9	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
N (D96)	109027,7	Datum vrtanja:	10.12.2021	
Z površja	304,5	Datum načrta:	22.2.2022	
Z ustja	304,93	Avtorji:	Matjaž Klasinc, Aljaž Ciglar	

 Naročnik: **Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.**

 Naloga: Hidrogeološko poročilo in poročilo o plazljivosti za OPPN občine Ljubljana št 184:  
 Pod Šmarno goro

**LEGENDA**

- |  |   |
|--|---|
|  – Zelo dobra prepustnost ( $k > 5 \times 10^{-3}$ m/s)                 |  – Slaba do zelo slaba prepustnost ( $k < 1 \times 10^{-7}$ m/s) |
|  – Dobra prepustnost ( $5 \times 10^{-3} > k > 1 \times 10^{-5}$ m/s)   |   |
|  – Srednja prepustnost ( $1 \times 10^{-5} > k > 1 \times 10^{-7}$ m/s) |   |

Priloga 1.2.: Hidrogeološki profil vrtnice P-2/21

Geološki popis: Matjaž Klasinc univ. dipl. geol.

# **GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT**

## **G GRAFIČNE PRILOGE**





LEGENDA

- V-3 geomehanska vrtina (ZRMK 2021)
- P-1 geomehanska vrtina z vgrajenim piezometrom (ZRMK 2021)
- J-1 sondažni izkop (ZRMK 2021)
- DP-1 preiskava z dinamičnim penetrometrom (ZRMK 2021)
- (Ponikalni) vodnjak obstoječ vodni objekt
- stalni izvir, zajet v jašek
- možnost občasnih dotokov ob zelo izdatnih padavinah iz smeri Šmarne gore in Grmade
- NA gradbeni ostanki, kontejnerji, zagrajeno

Predlog smernic rezervacije prostora za ukrepe ureditve zalednih voda

- Koridor za nizek nasip z odvodnim jarkom
- Koridor za odvodnik
- Osnutek možnega koridorja za rezervni odvodnik
- Koridor za odvodni jarek in možnost filtracijskega ponikalnega polja



Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.  
Building and Civil Engineering Institute

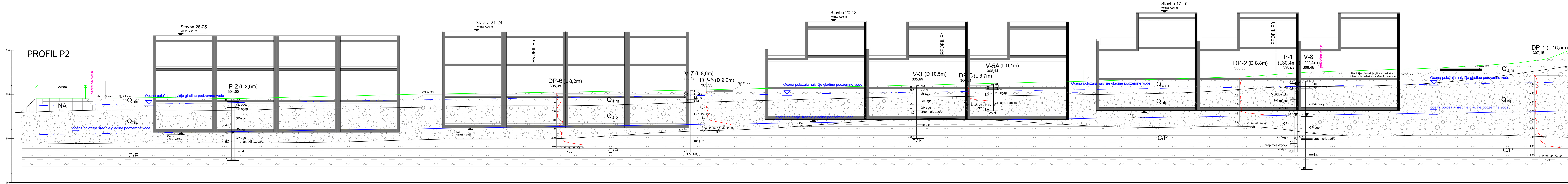
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, p.p.2554, 1000 Ljubljana, slovenija, tel.: +386 01/280 81 91

Naročnik / investitor	DEMA PLUS d.o.o. Tbilisijska 59, 1000 Ljubljana	Merilo	1:500
Objekt in lokacija objekta	OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO	D.N.	2007110
Del objekta		Datum	januar 2022
Vsebina, naslov risbe	SITUACIJA PREISKAV	Številka lista	1
Vodja projekta	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.		
Ident.štev.	G-4095		
Pooblaščen inženir	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.		
Ident.štev.	G-4095		
Izdral	Irena VAŠCER, inž.grad.		
Vrsta projektne dokumentacije	GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO		









# LEGENDA

- NA cestni nasip
- Qalm glinast melj, meljna glina in pesek z drobnim prodrom
- Qalp peščen do meljast prod, vložki peska in samice, pretežno srednje goste
- C/P permokarbonski skrilavi meljavec, siv, trden
- nivo podzemne vode

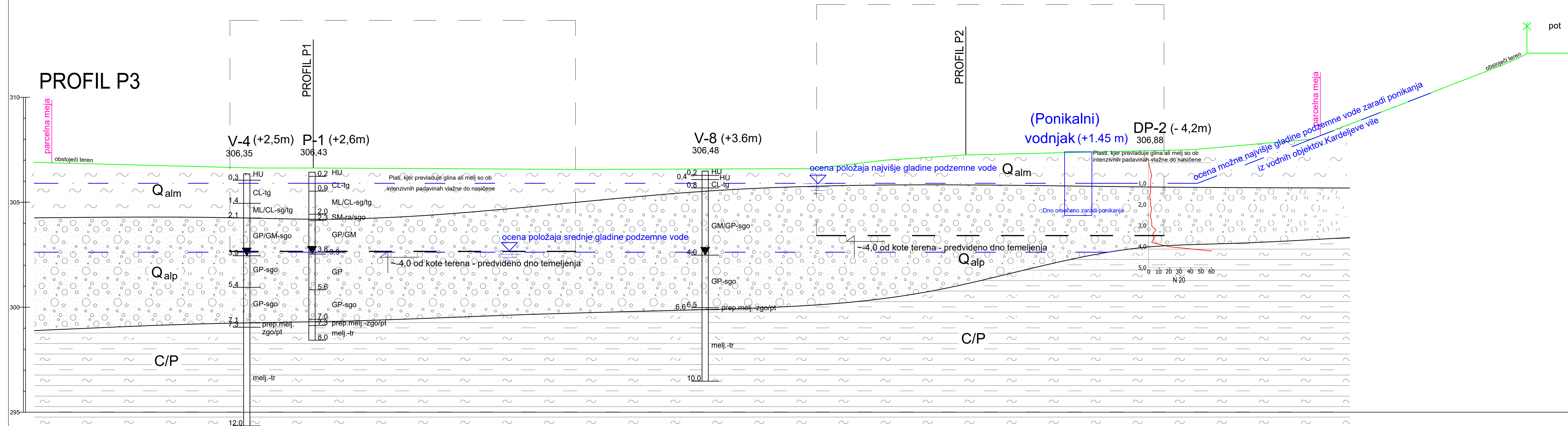
# OPOMBA

- dno temeljenja je prikazano shematično in naj se točno določi v naslednjih fazah projektne dokumentacije  
- določitev parametrov gladine podzemne vode je podrobneje obdelano v poročilu hidrogeoloških raziskav /GeoZS, februar 2022)

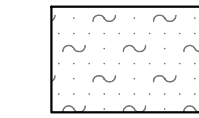
<b>ZRMK</b> Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Building and Civil Engineering Institute		
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, p.p. 2554, 1000 Ljubljana, Slovenija, tel.: +386 01/280 81 91		
Narodnik / Investitor	DEMA PLUS d.o.o. Tbilisjska 59, 1000 Ljubljana	
Objekt in lokacija objekta	OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO	
Del objekta		
Vsečina, naslov risbe	GEOLOŠKI PROFIL P2	
Vodja projekta	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.	Merilo 1:100
Podpisani inženir	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.	
Izdajatelj	Irena VAŠČER, inž.grad.	D.N. 2007110
Vrsta projektna dokumentacije	GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO	Datum 1. januar 2022
		Številka lista 3



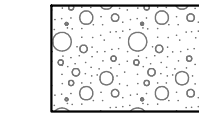
## PROFIL P3



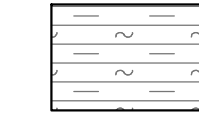
## LEGENDA

 $Q_{alm}$ 

glinast melj, meljna glina in pesek z drobnim prodom

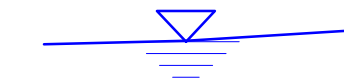
 $Q_{alp}$ 

peščen do meljast prod, vložki peska in samice,  
pretežno srednje gosto



C/P

permokarbonski skrilavi meljevec, siv, trden



nivo podzemne vode

OPOMBA

- dno temeljenja je prikazano shematično in naj se točno določi v naslednjih fazah projektne dokumentacije

-določitev parametrov gladine podzemne vode je podrobneje obdelano v poročilu hidrogeoloških raziskav /GeoZS, februar 2022)



**Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.**  
Building and Civil Engineering Institute

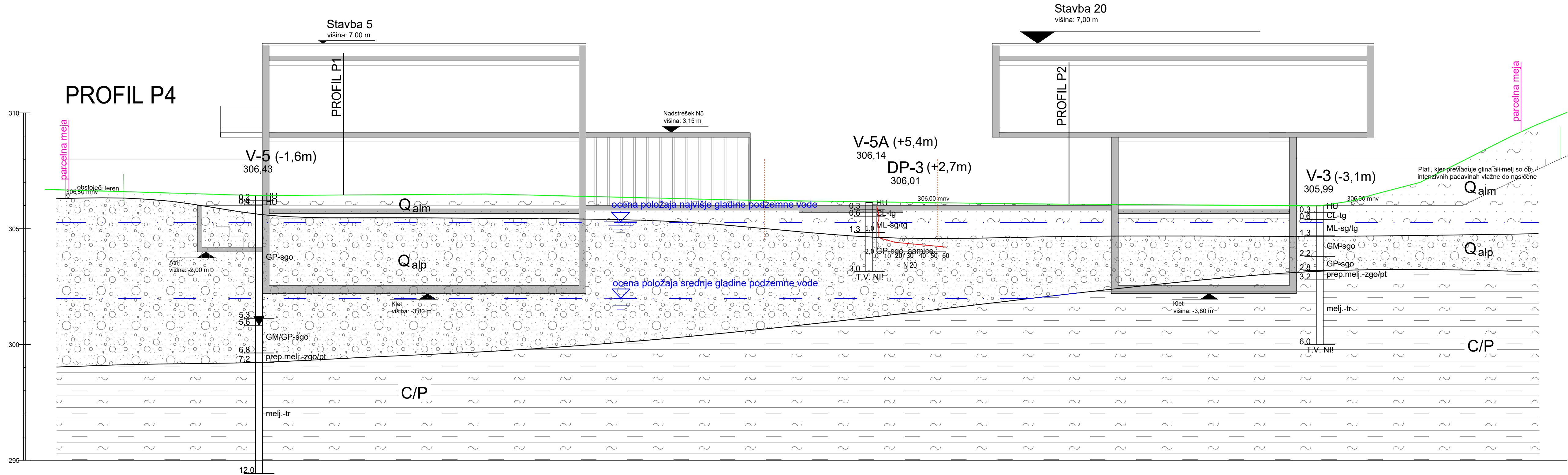
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, p.p.2554, 1000 Ljubljana, Slovenija, tel.: +386 01/280 81 91

Naročnik / investitor	DEMA PLUS d.o.o. Tbilisijska 59, 1000 Ljubljana		
Objekt in lokacija objekta	OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO		
Del objekta			
Vsebina, naslov risbe	GEOLOŠKI PROFIL P3		

Vodja projekta	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.	Merilo	1:100
Ident.štev.	G-4095		
Pooblaščen inženir	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.	D.N.	2007110
Ident.štev.	G-4095		
Izdral	Irena VAŠCER, inž.grad.	Datum	januar 2022
Vrsta projektne dokumentacije	GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO		
		Številka lista	4



PROFIL P4



LEGENDA

- Q<sub>alm</sub> glinast melj, meljna glina in pesek z drobnim prodrom
- Q<sub>alp</sub> peščen do meljast prod, vložki peska in samice, pretežno srednje gosto
- C/P permokarbonski skrilavi meljevec, siv, trden
- nivo podzemne vode

OPOMBA

- dno temeljenja je prikazano shematično in naj se točno določi v naslednjih fazah projektne dokumentacije
- določitev parametrov gladine podzemne vode je podrobneje obdelano v poročilu hidrogeoloških raziskav /GeoZS, februar 2022)



Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.  
Building and Civil Engineering Institute

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, p.p.2554, 1000 Ljubljana, slovenija, tel.: +386 01/280 81 91

Naročnik / investitor	DEMA PLUS d.o.o. Tbilisijska 59, 1000 Ljubljana	Merilo 1:100 D.N. 2007110 Datum januar 2022 Številka lista 5
Objekt in lokacija objekta	OPPN 184 V TACNU POD ŠMARNO GORO	
Del objekta		
Vsebina, naslov risbe	GEOLOŠKI PROFIL P4	
Vodja projekta Ident.štev.	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad. G-4095	
Pooblaščen inženir Ident.štev.	Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad. G-4095	
Izdela	Irena VAŠCER, inž.grad.	
Vrsta projektne dokumentacije	GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO	

